RWS Waterdienst

De effecten van onttrekking van koelwater op vis

Metingen najaar 2007.

Projectnummer: 20070878

Status	Rapportage
Contractnummer	RI-4803
Datum	April 2008
Opgesteld door	Johan van Giels, Vincent Breen, Sonja Vernooij
Gecontroleerd	Jouke Kampen

AquaTerra - KuiperBurger
Postbus 54, 3250 AB Stellendam
Poppenbouwing 34, 4191 NZ Geldermalsen

SAMENVATTING

De laatste jaren is er steeds meer aandacht voor het effect van de inname van oppervlaktewater voor koelwater op het lokale aquatische milieu. In 2005 is daarom de CIW-richtlijn voor koelwater geformuleerd. De nieuwe CIW-beoordeling voor koelwatergebruik beoordeelt de effecten van het gebruik van oppervlaktewater als koelwater. Hierbij wordt gekeken naar de effecten van onttrekking en lozing van koelwater. Vis is in de CIW beoordelingssystematiek als toetsingsorganisme aangewezen.

Over de beoordelingsmethodiek voor de inname van koelwater voor vis is nog veel onduidelijkheid. In de methodiek wordt de term "significant ecologisch effect" gehanteerd. Onduidelijk is hoe aan dit begrip invulling gegeven moet worden. Daarom heeft Rijkswaterstaat Waterdienst, AquaTerra-Kuiperburger (AT-KB) gevraagd om onderzoek uit te voeren naar de effecten van het onttrekken van koelwater op vis. De resultaten van het onderzoek moesten antwoord geven op de volgende onderzoeksvragen:

1. Wat is, de lokale kans / het risico op inzuiging en geeft dit aanleiding voor nader onderzoek op populatieniveau?
2. Het vaststellen van de mogelijkheden tot optimalisatie van de methodiek door selectie van bepaalde soorten en/of (leeftijd)groepen?

Het onderzoek heeft plaatsgevonden in het najaar van 2007 (1 september t/m 31 december) op drie verschillende locaties. De EON-centrale (Maasvlakte), de Shell Moerdijk (Hollands Diep) en de Eemscentrale (Eems-Dollard estuarium). Op iedere locatie is er gedurende de periode september-december vijf keer bemonsterd over een periode van 24 uur. De bemonsteringen bestaan op iedere locatie uit de bemonstering van het onttrekkinggebied en de bepaling van de hoeveelheid vis die achterblijft op de zeven en grofroosters (impingement). De vis die door de geringe afmeting de zeven kunnen passeren (entrainment) is niet bemonsterd, omdat in deze periode van het jaar alle vissen groot genoeg zijn om door de zeven tegen gehouden te worden. De bemonsteringen van het onttrekkinggebied zijn zoveel mogelijk afgestemd op de standaard STOWA methode voor visstandbemonsteringen en zijn aangepast aan de plaatselijke omgevingsfactoren. Alleen voor de Eemscentrale bleek de STOWA-methodiek niet toereikend. Er is op deze locatie daarom gekozen om zoveel mogelijk aan te sluiten bij de in het gebied gebruikelijke KRW monitoring.

EON-centrale:
De bemonsteringen bij de EON centrale zijn uitgevoerd in de weken 38, 40, 44, 46 en 49. Als (fictief) onttrekkinggebied van deze centrale is het eind van de Europahaven tot aan de diepere zwaaikom genomen (16,8 ha). De visstand in het onttrekkinggebied is zowel overdag als 's nachts bemonsterd met behulp van een kleine boomkor (benthische vis) en een diepe zegen (pelagische vis). Het visbestand dat in het onttrekkinggebied is aangetroffen is gering met een visbestand van 9,4 kg/ha oftewel 2699 exemplaren/ha en bestaat uit 25 vissoorten. Het gemiddelde visbestand dat zich in het onttrekkinggebied bevindt komt daarmee op 157 kg oftewel ruim 45.000 exemplaren. Het visbestand is gezien de omvang gering en vergelijkbaar met eerdere onderzoeken die i.s.m. de KEMA zijn uitgevoerd in de Chemiehaven.
De vissen die na inname van het koelwater op de zeven achterbleven zijn gedurende 24 uur bemonsterd op dezelfde data als de bemonsteringen in het onttrekkinggebied. Per etmaal werden er in de onderzoeksperiode gemiddeld 2,41 vis per 1000 m^3 ingenomen koelwater aangetroffen. Dit komt overeen met een gemiddeld ingezogen visbestand van 6280 individuen per etmaal. In totaal zijn 33 vissoorten aangetroffen op de zeven. Voor de gehele onderzoeksperiode is het totaal ingezogen visbestand vastgesteld op 446 kg oftewel 577.760 individuen.

Shell Moerdijk
De bemonsteringen bij Shell Moerdijk zijn uitgevoerd in de weken 41, 43, 45, 48 en 51. Als (fictief) onttrekkinggebied is een kilometer aan weerszijden van de inlaat verondersteld met een breedte van 600 meter (noordkant vaargeul). Het oppervlak van het onttrekkinggebied is daarmee 120 ha groot. Het onttrekkinggebied is zowel overdag als 's nachts bemonsterd met behulp van een stortkuil conform de STOWA-methodiek. Het visbestand in het onttrekkinggebied wordt geraamd op gemiddeld 117 kg/ha (113 stuks/ha). Voor het gehele onttrekkinggebied komt dat neer op ruim 14 ton / 13.560 stuks. In totaal zijn er 20 soorten aangetroffen. Het bestand bestaat voornamelijk uit grote exemplaren van brasem, blankvoorn en snoekbaars. De afwezigheid van kleine vis is waarschijnlijk te wijten aan de bemonsteringsperiode. Na half september gaat kleine vis veelal naar beschut gelegen winterrustgebieden en wordt dan op het ruime openwater niet langer aangetroffen.
De vangsten op de zeven waren beperkt. Per etmaal werden in de onderzoeksperiode gemiddeld 0,05 vissen per 1000 m^3 ingenomen koelwater aangetroffen. Dit komt overeen met een gemiddeld ingezogen visbestand van 103 individuen per etmaal. Er is berekend dat de totale hoeveelheid ingezogen vis gedurende de onderzoeksperiode ongeveer 45 kg heeft bedragen oftewel 9513 exemplaren.

Eemscentrale
De bemonsteringen bij de Eemscentrale zijn uitgevoerd in de weken 37, 39, 42, 47 en 50. Als (fictief) onttrekkinggebied is een gebied van 1 kilometer aan weerszijden van de inlaat genomen met een breedte van 750 meter (ongeveer de breedte van de geul; het Doekegat). Het oppervlak van het onttrekkinggebied komt daarmee op 150 ha. In verband met de sterke getijdenstroming ter plaatse was het noodzakelijk een aangepaste bemonsteringsstrategie toe te passen. Er is gemonsterd met een ankerkuil (pelagische vis) en met een 4 m. boomkor (benthische vis). Per bemonsteringsdatum is zowel bij opkomend tij als bij afgaand tij gevist met de ankerkuil en is zowel bij hoogwater als bij laagwater gevist met de boomkor.
In het onttrekkinggebied zijn 31 vissoorten aangetroffen. De raming van het totale bestand in het onttrekkinggebied (150 ha) wordt in de onderzoeksperiode van 1 september t/m 31 december 2007 geschat op gemiddeld 597 kg vis en ruim 119.000 exemplaren. Gesteld kan worden dat met een gemiddeld berekend visbestand van ca 4 kg/ha sprake is van een zeer lage dichtheid. Dit laat dan ook ruimte voor de veronderstelling dat het bestand op deze wijze onderschat is.
Er werd vrij veel vis op de zeven van de EC20 eenheid aangetroffen. Per etmaal werden in de onderzoeksperiode gemiddeld 137.291 vissen ingezogen. Per 1000 m^3 was dat 30 stuks. Voor de gehele onderzoeksperiode komt dat uit op ruim 17 ton vis verdeeld over 12,6 miljoen individuen.

Invloed onttrekking op lokale visbestanden
Om de zeefvangsten te kunnen relateren aan de bestanden in het open water en de 3 onderzochte locaties met elkaar te kunnen vergelijken zijn de openwater bestanden berekend per 100 ha openwater (zijnde een fictief onttrekkinggebied). Er is berekend hoeveel dagen het duurt voordat alle aanwezige vis uit een dergelijk gebied ingezogen is. Dit is een puur theoretische benadering bedoeld om de resultaten inzichtelijk te maken aangezien er uiteraard altijd weer aanvulling van vis van elders zal plaatsvinden. In onderstaand overzicht zijn de resultaten van deze berekening gegeven. Hierbij zijn vissen groter dan 15 cm niet meegenomen, aangezien die niet of nauwelijks op de zeven worden aangetroffen.

Locatie	etmaal zeef		N/100 ha aanlevergebied		dagen wegzuiging	
	0+	>0+-15	0+	>0+-15	0+	>0+-15
EON-centrale	5077	1181	119963	143033	24	121
Shell Moerdijk	94	7	1456	512	15	75
Eemscentrale	104256	31799	42266	34232	0,4	1,1

Bij Shell Moerdijk en de EON-centrale duurt het 15 tot 24 dagen voordat alle eenzomerige vis in het fictieve onttrekkinggebied is ingezogen. Bij de Eemscentrale wordt deze periode op minder dan een halve dag geschat. Voor de oudere vissen tot 15 cm bedraagt deze tijd 1 dag bij de Eemscentrale tot 121 dagen bij de EON-centrale. Zelfs wanneer rekening gehouden wordt met een onderschatting van het visbestand in het onttrekkinggebied van de Eemscentrale is het bestand aan kleine vis uit het onttrekkinggebied in relatief korte tijd ingezogen.

Voor een vervolgonderzoek in het voorjaar wordt aanbevolen vooral de aandacht te richten op de kleine vis omdat de kans op effect bij die groep het grootst is.

INHOUDSOPGAVE

Samenvatting **3**

1. Inleiding **9**

1.1. Aanleiding 9
1.2. Doel 10
1.3. Leeswijzer 10

2. Materiaal en methode **11**

2.1. Beschrijving locaties 11
2.2. Tijdstip van bemonstering 14
2.3. Bemonsteringsstrategie 14
2.3.1. Gebruikte vangtuigen 15
2.3.2. Bemonsteringsmethode EON-centrale 17
2.3.3. Bemonsteringsmethode Shell-Moerdijk 19
2.3.4. Bemonsteringsmethode Eemscentrale 21
2.4. Verwerking vangsten 22
2.4.1. Indeling in lengteklassen 22
2.5. Berekening visbestanden 23
2.6. Berekening onttrekking 24

3. Resultaten van de EON-centrale (maasvlakte) **25**

3.1. Tijdstip van bemonstering 25
3.2. Vangsten 25
3.2.1. larvennet koelwaterinlaat 25
3.2.2. grofroosters 25
3.2.3. zeven 25
3.3. Bemonstering onttrekkingsgebied 27
3.4. Vergelijking ingezogen vis met de aanwezige vis in het onttrekkingsgebied 29
3.5. Effect op het onttrekkingsgebied 30

4. Resultaten van Shell Moerdijk **32**

4.1. Tijdstip van bemonstering 32
4.2. Vangsten 32
4.2.1. Larvennet koelwateruitlaat 32
4.2.2. Zeven en harkrooster 32
4.3 Bemonstering onttrekkingsgebied 34
4.4 Vergelijking ingezogen vis met de aanwezige vis in het onttrekkingsgebied 35
4.5 Effect op het onttrekkingsgebied 37

5. Resultaten van de Eemscentrale **39**

5.1. Tijdstip van bemonstering 39
5.2. Vangsten 39
5.2.1. Broedbemonstering koelwaterinlaat 39
5.2.2. Grofroosters 39
5.2.3. Bemonstering zeven 39
5.3. Bemonstering onttrekkingsgebied 41
5.4. Vergelijking van de ingezogen vis met de aanwezige vis in het onttrekkingsgebied 43
5.5. Effect op het onttrekkingsgebied 45

6. Discussie 49

6.1. Samenvatting uitvoering en resultaten 49
6.1.1. EON-centrale 49
6.1.2. Shell Moerdijk..... 49
6.1.3. Eemscentrale 50
6.2. Toegepaste methodiek..... 52
6.3. Zijn er aanwijzingen voor (significant) effect binnen het onttrekkingsgebied? 55

7. Terugkoppeling met de onderzoeksvragen 58

8. Literatuurlijst 60

1. INLEIDING

1.1. Aanleiding

Voor het afvoeren van overtollige warmte afkomstig uit industriële processen en elektriciteitsopwekking wordt sinds lange tijd oppervlaktewater gebruikt. Dit brengt verschillende problemen met zich mee. Eén van deze problemen is dat met de inname van het oppervlaktewater onvermijdelijk organismen worden meegevoerd. Deze organismen overleven dit voor een groot deel niet.

De laatste jaren is er steeds meer aandacht voor het effect van de inname van oppervlaktewater voor koelwater op het lokale aquatische milieu. Zo moet sinds 2005 het gebruik van koelwater voldoen aan de CIW-beoordelingssystematiek (CIW, 2004) en worden er door de Kaderrichtlijnwater eisen gesteld aan de ecologische toestand van oppervlaktewateren waaraan water onttrokken wordt. De nieuwe CIW-beoordeling voor koelwatergebruik beoordeelt de effecten van het gebruik van oppervlaktewater als koelwater. Hierbij wordt gekeken naar de effecten van onttrekking en lozing van koelwater. Uit literatuurgegevens bleek dat vis het gevoeligst is voor de effecten en dat van vis het meest bekend is qua temperatuursgevoeligheid. Vis is daarom in de CIW beoordelingssystematiek als toetsingsorganisme aangewezen.

Over de beoordelingsmethodiek voor de inname van koelwater voor vis is nog veel onduidelijkheid. In de methodiek wordt de term “significant ecologisch effect” gehanteerd. Onduidelijk is hoe aan dit begrip invulling gegeven moet worden.

Op 1 mei 2007 is bij de KEMA een workshop gehouden waarin een aantal deskundigen met elkaar nagedacht hebben hoe aan de term "significant effect" invulling gegeven kan worden. Er bestaan hierover een aantal belangrijke vragen:

- Wat wordt verstaan onder ‘een significant effect’ op de populatie?
- Gaat het om lokale populaties en tot hoever reikt lokaal?
- Is er onderscheid van het effect van de koelwatercentrales tussen soorten (in het bijzonder soorten met een beschermde status)?
- Hoe moet men omgaan met migrerende vispopulaties?
- Is het mogelijk een voorspellingsmodel op te stellen over hoe vis reageert op een koelwater inname of moet er voor elke inname een nieuw onderzoek plaatsvinden?

Veel van deze vragen zijn niet te beantwoorden met de beschikbare informatie. De uitkomsten van de workshop zijn gerapporteerd aan het MEETPOL-overleg (Monitoring Ecological Effects of Thermal POLlution) en geconcludeerd is dat er behoefte is aan meer kennis. Vooral de verhouding tussen de hoeveelheid ingezogen vis en de omvang van de lokale populatie wordt van belang geacht, evenals het ontwikkelen van een bruikbare en eenvoudige methode van risicobepaling.

Rijkswaterstaat Waterdienst heeft AquaTerra-KuiperBurger (AT-KB) gevraagd om onderzoek uit te voeren naar de effecten van het onttrekken van oppervlaktewater, voor het gebruik als koelwater, op vis. Afgezien van de bemonstering van het onttrekkingsgebied, ligt de nadruk gezien de periode van het jaar (najaar), op het vaststellen van de vis die achterblijft op de zeven (impingement). Wel zal er tijdens het onderzoek gekeken worden naar de mogelijkheden om, bij een mogelijk vervolgonderzoek in het voorjaar, ook de vislarven te meten die het systeem kunnen passeren (entrainment). Het onderzoek heeft op drie locaties plaats gevonden. Het betreft de EON-centrale (Maasvlakte), Shell Moerdijk (Hollands Diep) en de Eemscentrale (Eems-Dollard estuarium). Op 6 maart 2008 is een workshop gehouden waarbij de resultaten van de conceptrapportage besproken zijn. Met behulp van de resultaten van de workshop is het rapport aangevuld en definitief gemaakt.

1.2. Doel

Voor het onderzoek zijn de volgende doelstellingen opgesteld:

1. Wat is, de lokale kans / het risico op inzuiging en geeft dit aanleiding voor nader onderzoek op populatieniveau?
2. Het vaststellen van de mogelijkheden tot optimalisatie van de methodiek door selectie van bepaalde soorten en/of (leeftijd)groepen

Om de beoogde doelstellingen van het onderzoek te realiseren moet dit onderzoek antwoord geven op de onderstaande deelvragen:

1. Wat is de samenstelling en de omvang van de vispopulatie in de directe omgeving van het inlaatpunt?
2. Hoeveel vis wordt door koelwater inname ingezogen?
    a. Welk deel daarvan blijft achter op de roosters?
    b. Welk deel passeert het systeem?
3. Hoe verhoudt zich de hoeveelheid ingezogen vis tot het visbestand in de omgeving?
4. Is er een correlatie tussen de inzuiging van vis en natuurlijke ritmes van vis met betrekking tot lichtintensiteit en het getij?
5. Hoe kan een eventueel vervolgonderzoek geoptimaliseerd worden?

In voorliggende rapportage wordt getracht een antwoord te geven op deze vragen. De vragen worden beantwoord door de gevonden waarden tijdens de bevissingen. Hierdoor worden de vraagstellingen voornamelijk op een pragmatische wijze benaderd. Voor achtergronden en mechanismen van inzuig van vis wordt verwezen naar diverse rapportages over dit onderwerp (ondermeer ref. Booij, J., 2005 & Boënne (ed.) 1980).
Dit rapport behandelt de resultaten van de najaarsfase. De voorjaarsfase waarin de nadruk gelegd wordt op de inzuig van visbroed en glasaal wordt separaat uitgevoerd en gerapporteerd. De resultaten van deze twee onderzoeken worden gebruikt voor het invullen van de term “significant effect” en hoe dit vast te stellen.

1.3. Leeswijzer

Na deze inleiding volgt in hoofdstuk 2 een beschrijving van de werkwijze zoals deze is toegepast tijdens de bemonsteringen van de verschillende locaties. Daarna worden in hoofdstuk 3, 4 en 5 de resultaten van respectievelijk de EON-centrale, Shell Moerdijk en de Eemscentrale behandeld. In hoofdstuk 6 worden de conclusies getrokken en vindt er discussie plaats over de resultaten. In hoofdstuk 7 worden de onderzoeksvragen teruggekoppeld en in hoofdstuk 8 is de literatuurlijst gegeven. In hoofdstuk 9 is de index van de bijlagen te vinden.

2. MATERIAAL EN METHODE

Voor het onderzoek zijn door de opdrachtgever drie locaties aangewezen. Deze zijn dusdanig gekozen dat er een breed spectrum van situaties aan bod komt: zoet-zout, openwater-haven, Natura2000 gebied.
Als onderzoeksstrategie is er voor gekozen primair te kijken naar lokale vispopulaties. Indien er geen of een gering effect is op een lokale populatie is er immers geen effect te verwachten op populatieniveau als geheel. Deze aanpak vermijdt de lastige vraag van de begrenzing van een populatie.

De eerste resultaten van het onderzoek zijn in een workshop met een twintigtal deskundigen en direct betrokkenen op 6 maart gepresenteerd en besproken. De uitkomst van de bespreking en de schriftelijke inbreng van een aantal aanwezigen zijn verwerkt in de voorliggende rapportage.

2.1. Beschrijving locaties

EON-centrale
De kolen- en biomassacentrale is gelegen op de Maasvlakte in het Rotterdamse havengebied. De koelwaterinlaat van de centrale ligt in de Europahaven (een zeehaven met zout water). Het scheepvaartverkeer in de haven is intensief. De kolencentrale is gelegen aan een relatief ondiep doodlopend gedeelte van de haven (±7 tot 10 meter waterdiepte). De maximale waterdiepte van de haven bedraagt in de zwaaikom circa 23 meter. De waterstand varieert door getijdenwerking van +1,60 tot -0,60 meter NAP. Het water in de haven is zeer helder (zichtdiepte ca. 3 á 4 meter). De oevers van de haven bestaan uit stalen damwanden en stortsteen en vormen voor de meeste vis geen geschikte habitat. De paai- en opgroeimogelijkheden zijn hierdoor gering. Als onttrekkingsgebied is fictief het gebied van de Europahaven gekozen tot aan de diepere zwaaikom voor containerschepen (zie figuur 2.1). Dit gebied heeft een oppervlakte van 16,8 ha.

Het water wordt onder de waterlijn (tot aan de bodem) aan de oever ingenomen. Alvorens het koelwater de inlaatopeningen bereikt moet het voorbij een drijvend scherm. De inlaatsnelheden zijn door het drijvend vermogen van het scherm getijde afhankelijk en worden in het vervolgonderzoek ingemeten.
De inlaatbaaien (8 in totaal) liggen op een diepte tussen de -2,4 en -6,7 meter NAP en hebben een gezamenlijk nat oppervlak van ca. 100 m^2. Het innamedebiet bedraagt gemiddeld 30,16 m^3/s en maximaal 37,76 m^3/s. De aanzuigsnelheid bedraagt gemiddeld 0,30 m/s tot een maximum van 0,37 m/s (zie berekeningen bijlage 9). Het koelwater passeert eerst de grofroosters met een spijlbreedte van 10 cm en vervolgens vier trommelzeven met een maaswijdte van 5 mm. Het materiaal van de grofroosters wordt door middel van een grijper verzameld in een container. Het materiaal van de zeven wordt met behulp van waterstralen afgespoeld en verzameld in containers. Het koelwater van de EON-centrale komt na opwarming in de condensor via een vijver en een duiker in de Noordzee terecht. Vlakbij de koelwaterinlaat van de EON-centrale bevindt zich nog een koelwaterinnamepunt. Dit innamepunt is van de Lyondell Chemical Company. Het inlaatpunt is in de hoek linksboven in figuur 2.1 te zien.

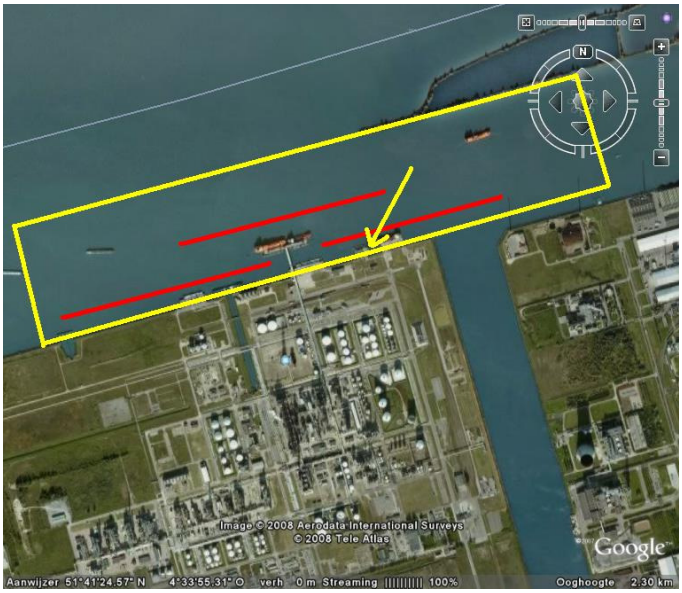
De inzuiging van de EON-centrale is in 1979 door de KEMA onderzocht (Boënne, 1980). In 2004 en 2005 is de centrale onderzocht door Ecoconsult i.s.m. de Radboud Universiteit. De bemonstering van de zeven vond maandelijks plaats van november 2004 t/m november 2005. De gegevens van deze bemonsteringen worden in de resultaten verder behandeld in hoofdstuk 6.

Figuur 2.1 Het onttrekkingsgebied voor de koelwaterinlaat van de EON-centrale (geel). De koelwaterinlaat is met een groene pijl aangegeven, de kortrekken met rode lijnen en de plaats waar met de zegen is gevist is met een rode omlijning aangegeven.

Shell Moerdijk

De koelwaterinlaat van de chemische fabriek “Shell Moerdijk” ligt direct aan het Hollands Diep (Natura 2000 gebied). De oevers bestaan uit stortsteen met bitumen en vormen geen geschikt habitat voor de meeste vis. Het gebied rondom de koelwaterinlaat wordt sinds het begin van 2007 ten noorden begrensd door een baggerdepot, waardoor er een relatief smalle en vrij drukke vaarroute is ontstaan. Voor de begrenzing ten oosten en westen van de inlaat is fictief gekozen voor 1 kilometer links en 1 kilometer rechts van de inlaat (figuur 2.2) Dit gebied heeft een oppervlak van 120 ha.

Zowel de koelwaterinlaat als uitlaat van Shell Moerdijk liggen aan het Hollands Diep. De zes inlaatkanalen liggen op een diepte van -2 tot -6 meter NAP. De waterstand bedraagt +0,4 tot +0,7 meter NAP bij een gemiddelde rivierstand. Er is ongeveer 30 cm getijdenverloop. De inlaatkanalen hebben een gezamenlijke natte doorsnede van 96 m^2. Het gemiddelde koelwater debiet in de onderzoeksperiode bedroeg 22,1 m^3/s en maximaal 25 m^3/s voor de hele locatie. De gemiddelde aanzuigsnelheid tijdens de onderzoeksperiode bedroeg 0,23 m/s tot maximaal 0,26 m/s. Naarmate de watertemperatuur in het Hollands Diep lager wordt, wordt ook het koelwaterdebiet verlaagd, door middel van een dalend toerental per koelwaterpomp of door pompen helemaal uit te schakelen (zie bijlage 9 voor berekeningen).
Vier van de 6 inlaatkanalen bevatten een verplaatsbaar grofrooster (maaswijdte 10 cm) om de grote vis en grof vuil tegen te houden. De andere twee inlaatopeningen hebben geen grofrooster. Afgezien van het grofrooster passeert het water in ieder inlaatopening een harkrooster met een spijlbreedte van 5 cm en bandzeef met een maaswijdte van 5 mm. Het materiaal dat wordt afgespoeld wordt met behulp van een afvoergoot teruggeleid naar het Hollands Diep. Het spoelen van deze zeven gebeurd slechts enkele malen per dag waardoor de aanwezige vis uren tegen de zeef aangedrukt kan zijn door de waterstroom.



Figuur 2.2. Het onttrekkingsgebied voor de koelwaterinlaat van Shell Moerdijk.
De koelwaterinlaat is met een pijl aangegeven. De rode lijnen geven de kuiltrekken aan.

Eemscentrale

De koelwaterinlaat van de Eemscentrale ligt aan de rand van een geul (Doekegat, maximaal 15 meter diep) en nabij een platengebied in het Eems-Dollard estuarium (Natura 2000 gebied). Het inlaatpunt ligt precies op een bocht aan de rand van de geul. In de geul staat zowel bij eb als bij vloed een zeer sterke stroming (circa 2 m/s). Het koelwater innamepunt van de centrale bestaat uit een ronde toren met inlaatopeningen op een diepte van -4 tot -8 meter NAP. De waterstand varieert door getijdenwerking van ca. +1,3 tot -1,5 meter NAP. Bij de Eemscentrale is een fictief onttrekkingsgebied gekozen van 750 meter * 2000 meter (oppervlak 150 ha).

Vanaf de inlaattoren loopt een 300 meter lang inlaatkanaal naar het koelwaterpomphuis. Voor het pomphuis wordt de koelwaterinlaatstroom gedeeld. Eén deel gaat naar de EC20 eenheid en het andere deel naar 5 STEG-eenheden. Het maximale koelwaterdebiet dat wordt ingenomen bedraagt 55 m^3/s (18 m^3/s voor de EC20 eenheid en 37 m^3/s voor de 5 STEG-eenheden). Alle pompen draaien op een vast toerental. De natte doorsnede van de inlaatopening in de toren bedraagt 75 m^2. Het gemiddelde koelwaterdebiet dat ingenomen is gedurende de onderzoeksperiode bedroeg 52,6 m^3/s en het maximale debiet 55 m^3/s. De gemiddelde aanzuigsnelheid in de onderzoeksperiode bedroeg 0,70 m/s en maximaal 0,73 m/s.
Bij de inlaatbaai gaat het koelwater door een grofrooster met een spijlbreedte van 5 cm. Na het grofrooster stroomt het koelwater door een op drukverschil geregelde trommelzeef met een maaswijdte van 6 mm. Het materiaal van de grofroosters wordt door middel van een grijper in een container gedeponeerd. Het afspoelsel (in vaktermen ook wel debris genoemd) van de trommelzeven wordt door middel van een waterstraal afgespoten, waarna het materiaal via een afvoergoot teruggeleid wordt naar buiten. Bij laagwater valt het afspoelsel (debris) op drooggevallen grond en bij hoogwater komt het in het water terecht.

De Eemscentrale is in de jaren 1981/1982, 1992/1993 en 1996/1997 ook al bemonstert door KEMA en RIZA. De resultaten van deze onderzoeken zijn samengevat in de volgende referenties: Jager, 1992; Hadderingh *et al*,1997 en Hadderingh & Jager, 2002. In die jaren is telkens alleen de EC20 eenheid bemonsterd om de gegevens van de verschillende jaren te kunnen vergelijken (Hartholt & Jager, 2004). Om dit onderzoek aan te laten sluiten bij de gegevens uit

voorgaande jaren is besloten om alleen de EC20 eenheid te bemonsteren. Omdat aangenomen mag worden dat de vis in het koelwaterinlaatkanaal door de sterke turbulente stroming 'random' verdeeld is, geeft dit geen problemen waarneer de gegevens naar de totale centrale geëxtrapoleerd worden.

Figuur 2.3. Het onttrekkingsgebied voor de koelwaterinlaat van de Eemscentrale. Met een pijl is de koelwaterinlaat aangegeven. De rode stip is de positie waar met de ankerkuil is gevist. De rode lijnen geven de positie van de boomkortrekken weer.

2.2. Tijdstip van bemonstering

De bemonsteringen van de drie onderzochte locaties hebben plaatsgevonden vanaf week 37 tot en met week 51 van 2007. De bedoeling was om iedere locatie om de drie weken te bemonsteren. Door omstandigheden, zoals toestemmingen verkrijgen en storingen, zijn hierin enige wijzigingen opgetreden. De data van de bemonsteringen van de verschillende locaties worden weergegeven in de tabellen 3.1, 4.1 en 5.1.

2.3. Bemonsteringsstrategie

In beginsel is de bemonsteringsstrategie voor alle locaties gelijk. De ingezogen vissen, welke op de zeven en grofroosters achterbleven, werden gedurende een periode van 24 uur verzameld. Tijdens deze periode werd de aanwezige visstand in de nabijheid van het innamepunt kwantitatief bemonsterd om het aanwezige visbestand te bepalen. De wijze waarop het visbestand in de omgeving is bemonsterd is per locatie verschillend, afhankelijk van de lokale omstandigheden.

Omdat in het voorjaar het visbroed veelal te klein is om door de zeven tegengehouden te worden (5 á 6 mm maaswijdte) dient visbroed in die periode met een fijnmazig net in het inlaatkanaal opgevangen te worden. In de periode van het hier beschreven onderzoek was alle aanwezige vis te groot om de zeven te kunnen passeren. Experimenteel is gevist met een larvennet. De ervaringen kunnen gebruikt worden in een eventueel vervolgonderzoek.
Om de overlevingskansen van visbroed na passage van het koelsysteem te bepalen is gekeken wat de mogelijkheden zijn om vislarven bij de koelwateruitlaat op te vangen. Dit bleek alleen bij Shell Moerdijk mogelijk. Op de andere twee locaties zijn zeer fijnmazige mosselfilters geplaatst waardoor het entrainment uit het systeem gefilterd wordt. Deze filters zijn niet te

bemonsteren. Tevens zijn de koelwateruitlaatpunten zeer moeilijk of niet veilig te bereiken waardoor het plaatsen van een net niet mogelijk is.

In paragraaf 2.3.1 is een overzicht gegeven van de gebruikte vangtuigen die zijn toegepast in het onttrekkingsgebied. In paragraaf 2.3.2 en 2.3.3 worden de bemonsteringsmethoden per locatie nader besproken.

2.3.1. Gebruikte vangtuigen

Voor de bemonstering van de inlaatkanalen (voor de grofroosters) is telkens gebruik gemaakt van op maat gemaakte netten met een maaswijdte van 1mm. In figuur 2.4 en 2.5 zijn de toegepaste netten weergegeven van respectievelijk de Shell Moerdijk, EON-centrale en Eemscentrale.

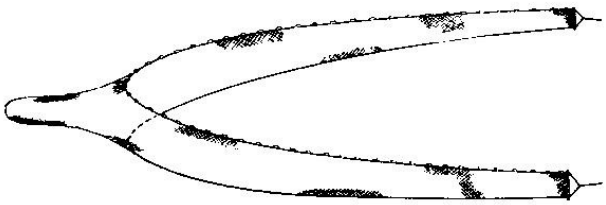
Figuur 2.4 larvennet EON-centrale en Shell Moerdijk

Figuur 2.5 larvennet Eemscentrale

Voor de bemonstering van het onttrekkingsgebied zijn verschillende vangtuigen ingezet om een kwantitatief beeld te krijgen van de aanwezige visstand. De toepassingen van de verschillende vangtuigen is afgestemd op de lokale omstandigheden. In het onderstaande worden de verschillende vangtuigen besproken.

<u>Zegen</u>

De zegen is een net dat in een cirkelvorm wordt uitgevaren. De onderkant van de zegen is verzwaard door middel van stenen. Aan de bovenkant van de zegen zorgen de kurken ervoor dat het want blijft drijven. De zegen bestaat uit 2 vleugels die uitlopen in een zak (figuur 2.6). Beide uiteinden van de zegen worden in de boot binnengehaald zodat de vis zich in de zak verzameld. De zegen die in dit project gebruikt is heeft een totale lengte van 275 meter en was 8 meter hoog. Hierdoor wordt de gehele waterkolom bemonsterd. Voor de bemonstering is gebruik gemaakt van een zegen met een maaswijdte van 40 mm hele maas in de vleugels, afnemend tot 12 mm in de zak. Het rendement van de zegen is voor alle vissoorten proefondervindelijk vastgesteld op 80%. (STOWA, 2003)

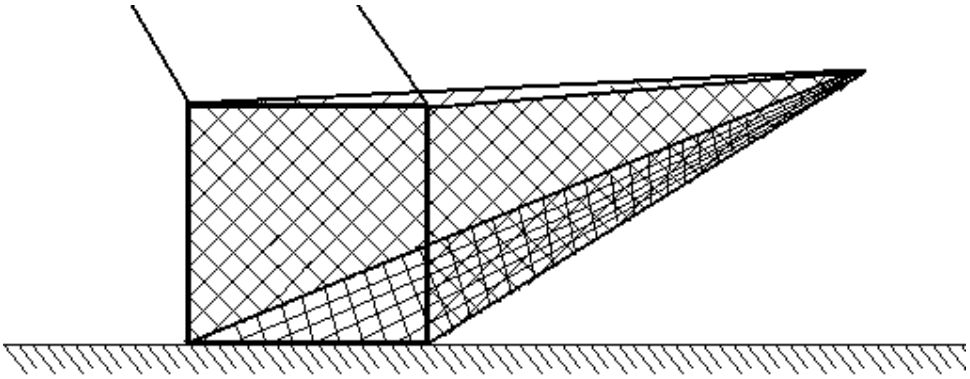


Figuur 2.6 Zegen

Stortkuil
De stortkuil is een sleepnet dat tussen twee boten wordt voortgesleept met een snelheid van 4 tot 5 km/uur. Hiervoor is een aluminium vlet gebruikt met een motor van 150 PK en een polyestervlet met een motor van 50 PK. De gehanteerde stortkuil is in het STOWA-handboek aangewezen als standaardkuil. De kuil heeft een vissende breedte van 10 m en hoogte van 1,5 m en de maaswijdte in de zak is 12 mm gestrekte maas. Het rendement waarmee de stortkuil vist, is mede afhankelijk van de lengte van de vis en is proefondervindelijk vastgesteld op 80% voor vis tot en met 25 cm en 60% voor vis groter dan 25 cm (STOWA, 2003).

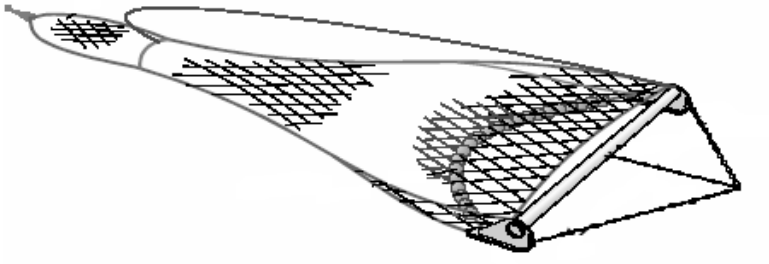
Figuur 2.7 Stortkuil

Ankerkuil
De ankerkuil is een passief vangtuig wat gebruik maakt van getijdenstroming. Het kuilnet bestaat uit een naar een punt toelopend net met een maaswijdte van 90 mm aan het begin van de kuil afnemend naar 16 mm maaswijdte in de zak. De voorzijde van het net wordt open gehouden door 2 horizontale ronde ijzeren buizen die m.b.v. kabels aan elkaar zijn bevestigd. De bovenste ronde buis blijft bovenin de waterkolom. De onderste buis neemt het netwerk mee tot op de bodem en zorgt ervoor dat het net open gaat staan, zodat de gehele waterkolom bemonsterd wordt. De afmetingen van de toegepaste ankerkuil zijn 10 meter breed en maximaal 10 meter hoog. Tijdens het onderzoek is steeds met 2 ankerkuilen tegelijkertijd gevist. De ankerkuil is bevestigd aan een giek van het schip. Het schip wordt op zijn plaats gehouden d.m.v. een anker.
Het vangstrendement van een ankerkuil is niet bekend, waardoor er geen nauwkeurige uitspraak gedaan kan worden over het aanwezige visbestand.



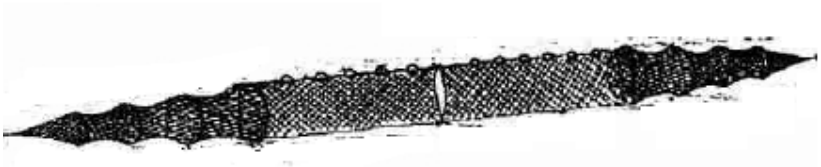
Figuur 2.8 Ankerkuil

Boomkor
De boomkor wordt met behulp van een schip voortgesleept over de bodem. Met behulp van kettingen die aan de onderpees zijn bevestigd wordt de vis het net ingejaagd. De maaswijdte verloopt van 20 mm hele maas in de bek naar 9 mm hele maas in de zak. De precieze vangstrendementen zijn voor dit vistuig niet bekend. Wel is de manier van vissen enigszins vergelijkbaar met die van de stortkuil. In dit onderzoek zijn daarom de vangstrendementen die gebruikt worden bij de stortkuil toegepast.



Figuur 2.9 Boomkor

Schietfuiken
De schietfuiken die gebruikt zijn tijdens het onderzoek zijn gebruikt om de visstand nabij de oevers te bepalen. Een stel schietfuiken bestaat uit twee fuiken die door middel van een keerwand met elkaar verbonden zijn. Het lichaam van de fuiken is verstevigd door hoepels. De diameter van de hoepels neemt naar achter toe af. In de fuiken zijn tevens meerdere kelen aangebracht, waardoor de vis niet meer terug kan. De maaswijdte aan het begin van de fuik is 22 mm en neemt naar achter af tot 18 mm. De vangsten van de schietfuiken zijn uitsluitend geplaatst om een indruk te krijgen over de aanwezige visstand in de oevers en de soortsamenstelling.



Figuur 2.10 Schietfuik (stel)

2.3.2. Bemonsteringsmethode EON-centrale

Figuur 2.11 Koelwaterinlaat

Trommelzeven

Grofrooster

2.3.2.1 Broedbemonstering koelwaterinlaat

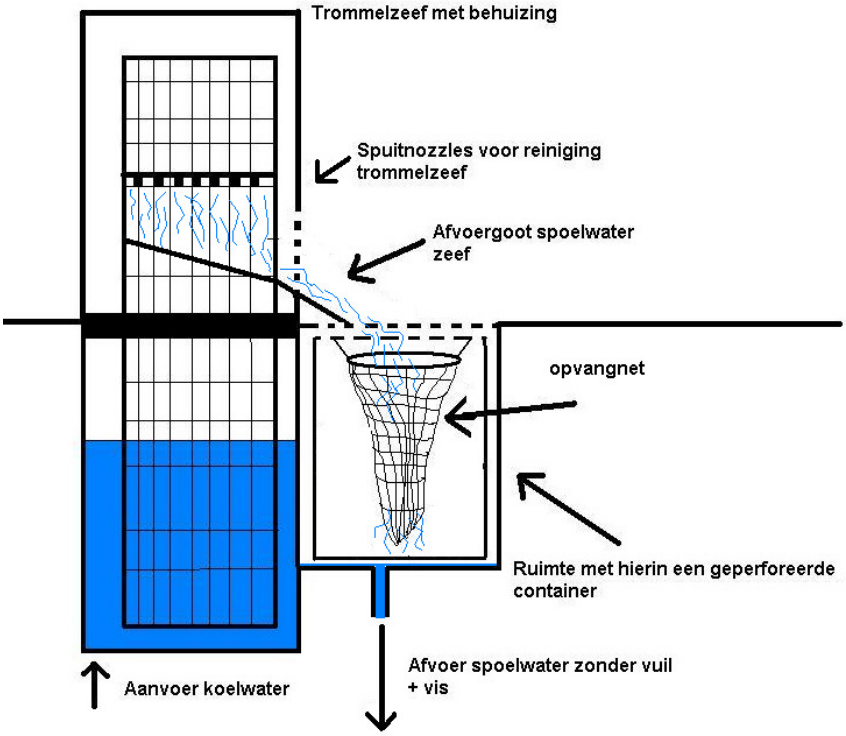
In één van de acht koelwaterinlaten (figuur 2.11) is een larvennet aangebracht. Dit net bestaat uit een frame van 55x55 cm waaraan een fijnmazig zakvormig net (0,5 mm maaswijdte) is bevestigd. Dit net is tijdens de lichtperiode geplaatst door het aan een lijn in de stroming te hangen. Het larvennet heeft eenmalig twee uur in de inlaat gehangen. Het bleek moeilijk het net vervolgens weer op te halen omdat het net vast zat in het inlaatkanaal. Later werd een alternatieve opstelling getest waarbij het net voor de inlaten bleef staan. Deze alternatieve opstelling heeft als nadeel dat minder nauwkeurig bepaald kan worden welk deel van het inlaatkanaal bevist wordt, hetgeen op te lossen is door het aanbrengen van een stroommeter.

2.3.2.2 Grofroosters

De grote vissen worden vóór de zeven tegengehouden door een grofrooster (zie figuur 2.11). Dit rooster wordt enkele malen per dag geschoond waarbij het materiaal met behulp van grijpers in vuilcontainers wordt gedeponeerd. Tijdens de bemonsteringen is de inhoud van de containers meerdere malen onderzocht.

2.3.2.3 Zeven

Het afspoelsel (debris) van de zeven is opgevangen met behulp van fijnmazige netten (1 mm maaswijdte) die onder de afvoergoten werden geplaatst (figuur 2.12). In totaal zijn alle acht uitstroomgoten bemonsterd. De netten zijn steeds tijdens de kentering van het getijde geplaatst waarna ze na ieder getijde weer werden geleegd en bij zonsopgang/ondergang.



Figuur 2.12 Schematische weergave opstelling spoelwaterbemonstering

2.3.2.4 Bemonstering onttrekkingsgebied

Alleen het ondiepe deel (circa 7-10 meter waterdiepte) van de haven is bemonsterd (zie figuur 2.1). Voor het bemonsteren van het diepere deel van de haven werd geen toestemming verkregen van het Rotterdams Havenbedrijf, vanwege de intensieve scheepvaart.
Het onttrekkingsgebied voor de koelwaterinlaat is met een zegen en een kleine boomkor (1,8 meter breed) bemonsterd. Omdat het water zout is en elektrovisserij dus niet mogelijk is, zijn de oevers met schietfuiken bemonsterd. De resultaten van de schietfuiken kunnen alleen kwa-

litatief worden meegenomen, omdat deze vangtuigen slechts een globaal beeld geven over de aanwezige visstand. De bemonsteringen van het onttrekkingsgebied zijn bemoeilijkt door de aanwezigheid van grote oesterbanken waarmee vrijwel de gehele bodem bedekt is.

Zegen
Met de zegen is ten noorden en ten zuiden van de koelwaterinlaat gevist (zie figuur 2.1). In totaal zijn per bemonsteringsdatum vier trekken uitgevoerd, twee gedurende de dag en twee gedurende de nacht. De trekken zijn voor zover mogelijk steeds op dezelfde locaties uitgevoerd.

Boomkor
Om een beter beeld te krijgen van het benthische visbestand is gebruik gemaakt van een kleine boomkor. Met de boomkor is ten zuiden en noorden van de koelwaterinlaat gevist tijdens de licht- en donkerperiode. Per meetweek zijn in totaal vier kortrekken uitgevoerd, twee overdag en twee gedurende de nacht. Met de boomkor is steeds over een afstand van 300 meter gevist.

Schietfuiken
Tijdens iedere bemonstering zijn vier stellen schietfuiken geplaatst. Twee stellen ten noorden en twee stellen ten zuiden van de koelwaterinlaat. De schietfuiken werden dicht langs de kant geplaatst en stonden circa 18 uur.

2.3.3. Bemonsteringsmethode Shell-Moerdijk

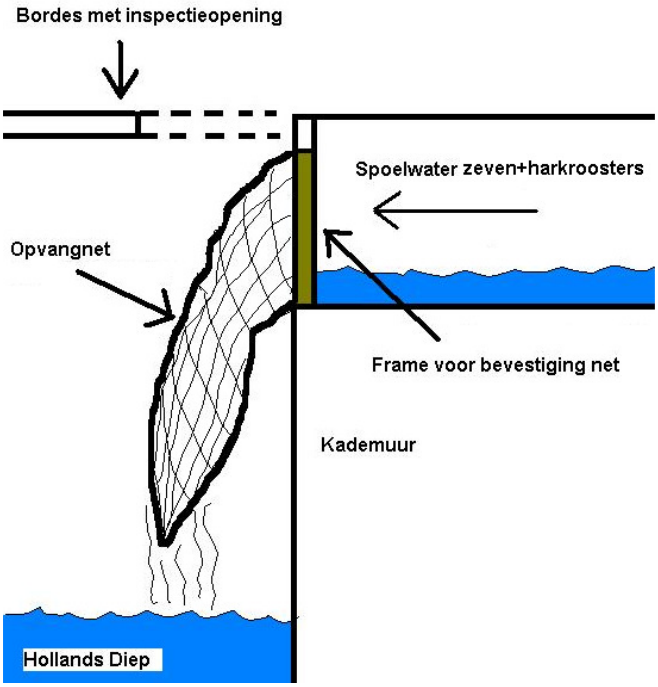
Figuur 2.13 koelwaterinlaten trommelzeef harkrooster + groforoosters

2.3.3.1 Broedbemonstering koelwaterinlaat kanaal
Technisch was het geen probleem om met een larvennet (afmeting 55x55 cm en 1 mm maaswijdte) te vissen voor de inlaat (figuur 2.13). Echter door de hoge veiligheidseisen bij deze fabriek kon er, ondanks meerdere pogingen, geen werkende opstelling worden geplaatst. Wel is met Shell Moerdijk een uiteindelijk ontwerp doorgesproken dat bij een vervolg van het project toegepast kan worden.

2.3.3.2 Harkroosters
De grote vis wordt vóór de zeven tegengehouden door harkroosters (figuur 2.13). De harkroosters worden geschoond wanneer door vuilophoping het drukverschil over het harkrooster te groot wordt. Het materiaal van alle harkroosters komt in dezelfde afvoergoot terecht als dat van de zeven.

2.3.3.3 Zeven
Omdat bij de Shell Moerdijk geen noemenswaardige getijdenwerking aanwezig is, is er tijdens de bemonsteringen alleen gekeken naar de variabelen licht en donker. Het spoelen van de

zeven (zie figuur 2.13) vond plaats tijdens de avond- en de ochtendschemering. Zo kon de dag- en nachtvangst worden bepaald. Het opvangen van het afspoelsel (debris) vond plaats met een op maat gemaakt fijnmazig hoepelnetje (maaswijdte 1 mm) dat onder de afvoergoot is geplaatst (figuur 2.14). Op deze wijze wordt het materiaal van alle zeven (zes in totaal) en harkroosters gezamenlijk opgevangen.



Figuur 2.14 Schematische weergave opstelling spoelwaterbemonstering

2.3.3.4 Koelwateruitlaat

Bij één van de uitlaten is eenmalig gedurende een periode van 24 uur een larvennet geplaatst (100 x 100 cm, maaswijdte 0,5 mm). Het doel van deze experimentele bemonstering was het bepalen van de overlevingskansen van broed na passage van de centrale. De bemonstering van de koelwateruitlaat verliep zonder problemen.

2.3.3.5 Bemonstering onttrekkingsgebied

Stortkuil

In de nabijheid van de koelwaterinlaat is het onttrekkingsgebied met behulp van een stortkuil bemonsterd. Zowel tijdens de licht- als tijdens de donkerperiode zijn drie kuiltrekken uitgevoerd. De trekken zijn, voor zover mogelijk, steeds op dezelfde locaties uitgevoerd: ten oosten van de koelwaterinlaat in de haven, ten westen van de koelwaterinlaat in een relatief ondiep gebied (3-5 meter diep) en in de voorliggende vaargeul met een waterdiepte van 10-13 meter (zie figuur 2.2). De lengtes van de trekken bedroegen ± 1.000 meter (=1 hectare bevist oppervlak). Tijdens de bemonstering in week 45 werden slechts vier kuiltrekken uitgevoerd, omdat geen toestemming verleend werd om dicht bij de koelwaterinlaat te vissen.

Schietfuiken

Tegen de oever vlakbij de inlaat werden vier stellen schietfuiken geplaatst. In week 45 werden geen schietfuiken geplaatst wegens de aanwezigheid van werkschepen bij de inlaat (reconstructie van de steiger).

2.3.4. Bemonsteringsmethode Eemscentrale

Figuur 2.15 Grofharkroos-ter

Koelwaterkanaal met aan het eind de inlaattoren

Net voor opvangen van het spoelwater van de zeven van de EC20 eenheid

2.3.4.1 Broedbemonstering koelwaterinlaat

De bemonstering van het visbroed vond eenmalig plaats met twee vislarvennetten (doorsnede 45 cm, maaswijdte 0,5 mm) die in het inlaatkanaal gehangen werden. De netten zijn verzwaard met 30 kg gewicht om de netten in het water te kunnen houden, vanwege de sterke stroming (tot ca. 1,5 m/s). Door deze stroming was de toepassing van een groter net niet mogelijk. De bemonstering met behulp van de larvenetten heeft plaatsgevonden op 20 november 2007, gedurende 6 uur en zijn goed verlopen.

2.3.4.2 Grofroosters

De grote vis wordt vóór de zeven tegengehouden door een grofrooster (figuur 2.15) met een spijlwijdte van 5 cm. De roosters worden enkele malen per dag mechanisch geschoond. Al het materiaal wordt met behulp van grijpers in vuilcontainers gedeponeerd. Tijdens de bemonsteringen werd de inhoud van de containers ieder getijde bekeken.

2.3.4.3 Zeven

Het afspoelsel (debris) van de zeven van eenheid EC20 werd opgevangen met behulp van een frame met net (maaswijdte 1 mm) dat in de gezamenlijke afvoergoot van de beide trommelzeven werd geplaatst (zie figuur 2.15). Vanwege de grote hoeveelheid vuil, voornamelijk veen en plantenresten, en vis was het noodzakelijk het net frequent te legen. De hoeveelheid vuil kon per getijde (ca. 6 uur) wel 600 kg bedragen.

2.3.4.4 Bemonstering onttrekkinggebied

Aanvankelijk was het de bedoeling met een zegen en kleine boomkor de visstand in het onttrekkingsgebied te bemonsteren. Bij de eerste bemonstering bleek dat de kentering van het getijde te kort duurde om een goede bemonstering mogelijk te maken. Bevissing met een zegen is toen beperkt gebleven tot het gebied tussen de pieren. De rest van de bemonsteringen zijn uitgevoerd met een ankerkuil en boomkor (par. 2.3.1). Daartoe werd een visser met zijn kotter ingehuurd (Fa. Westerhuis met schip TM9). Per bemonsteringsdatum is gedurende twee getijden gevist, zowel bij opkomend als afgaand water. Aan zowel stuur- als bakboord hing een ankerkuil (figuur 2.16). De Ankerkuil heeft een net opening van 10 meter bij maximaal 10 meter, afhankelijk van de waterdiepte en een maaswijdte van 90 mm aan het begin afnemend tot 16 mm in de zak. Er is gestreefd naar uitvoering in zowel een licht- als een donkerperiode, maar uiteraard was de realisatie daarvan afhankelijk van het tijdstip van hoog- en laagwater. De boomkor waarmee gevist werd had een breedte van 4 meter en een maaswijdte van 20 mm in het begin afnemend naar 12 mm in de zak. Tevens zijn per bemonsteringsperiode twee tot vier kortrekken uitgevoerd in zowel de licht- als donkerperiode langs de aangren-

zende platen. De toegepaste bemonsteringswijze sluit aan bij de methode die in dit gebied toegepast wordt (DFS en KRW monitoring.)
De bemonstering van het openwater is niet zonder problemen verlopen. Zo zijn tijdens de bemonsteringen de ankerkuilen enkele keren kapot gegaan. Garnalenvissers uit het gebied geven aan dat er veel grof materiaal zoals stenen op de bodem liggen.

Figuur 2.16 De ankerkuil voor de bemonstering van het onttrekkingsgebied

2.4. Verwerking vangsten

De gevangen vis is op soort uitgezocht, de lengtes zijn gemeten (cm totaallengte) en de aantallen zijn geteld. Bij grote vangsten is eerst gesorteerd in functionele lengtegroepen, waarna op gewichtsbasis monsters zijn genomen. De vis in de monsters werd vervolgens gesorteerd, gemeten en geteld. De vangstgegevens zijn per getijde en/of lichtperiode ingevoerd in Excelwerkbladen. De invoerfile bevat standaard lengte-gewicht relaties (Klinge et al., 2004 & Fisbase.org) van alle vissoorten voor het omrekenen van aantallen naar biomassa.

Van twee grondelsoorten (dikkopjes en brakwatergrondels) zijn bij de EON-centrale en Eemscentrale diverse monsters genomen (ca. 40 stuks per meetweek) en onder de binoculair geanalyseerd. Met het blote oog zijn deze twee soorten moeilijk te onderscheiden. Aan de hand van de gevonden ratio's tussen deze twee soorten zijn de verdere berekeningen uitgevoerd. Ook bij de zeenaalden < 17 cm zijn met behulp van de binoculair de verschillende soorten (grote en kleine zeenaald) gedetermineerd en de ratio's bepaald. Alle determinaties zijn met behulp van het boek "Zeevissen van Noord- en West-Europa" (Muus & Nielsen, 1998) uitgevoerd.

2.4.1. Indeling in lengteklassen

De aangetroffen visbestanden worden op basis van lengte op gedeeld in lengteklassen. De opbouw van de gepresenteerde lengteklassen is toegepast zoals in de STOWA-methode is beschreven. De verschillende lengteklassen zijn gebaseerd op zoetwater soorten, maar volgens ons ook goed bruikbaar voor zoutwatervissoorten. De Lengteverdeling is als volgt opgebouwd.
0+: Deze lengteklasse is representatief voor alle vis die nog geen volledig groeiseizoen hebben gehad. Per vissoort verschilt deze lengtegrens omdat niet iedere vis even snel groeit.

Door de opgestelde lengte-frequentieverdelingen van de totale vangst zijn de 0+ lengtegrenzen per vissoort en per locatie handmatig aangepast.
0+- ≤15 cm: In deze lengteklasse zijn de vissen opgenomen die reeds één groeiseizoen gehad hebben en maximaal 15 cm groot zijn.

16- 25 cm: In deze lengteklasse bevinden zich de vissen met een lengte van 16 t/m 25 cm
26- 40 cm: In deze lengteklasse bevinden zich de vissen met een lengte van 26 t/m 40 cm
≥40 cm: In deze lengteklasse bevinden zich de vissen met een lengte van 41cm en groter

2.5. Berekening visbestanden

Impingement vangsten
De impingement vangsten zijn berekend per periode. Bij de EON-centrale en Shell Moerdijk is dit gedaan voor de lichtperioden (licht en donker) en bij de Eemscentrale is tevens het onderscheid gemaakt in opkomend en afgaand getijde. Doordat het debiet van de verschillende innamepunten bekend is, kunnen deze vangsten omgerekend worden naar vangst per m^3 ingenomen koelwater. Om de getallen inzichtelijk te maken zijn de waarden uitgedrukt in vangst per $1.000m^3$. Per locatie zijn de gevonden waarden van de verschillende periodes statistisch getoetst om eventuele verschillen te onderbouwen. De statistische bewerkingen zijn uitgevoerd met SPSS 14.0. De verschillen tussen de licht-donker en getijde zijn met behulp van t-toetsen onderzocht. Hierbij werd gekeken of er verschillen in biomassa of aantal bestonden tussen de grootte van het visbestand dat in de licht- en donkerperioden werd ingenomen. De toetsingen zijn zowel per soort als voor alle soorten samen uitgevoerd voor de verschillende functionele lengteklassen als voor het totale bestand voor de betreffende soorten. Toetsing met behulp van Kolmogorov-Smirnov testen heeft uitgewezen dat de vangstdata als gevolg van grote spreiding in de ingenomen bestanden tussen de verschillende weken niet normaal verdeeld waren. Daarom is voorafgaand aan de t-toetsen een log-transformatie uitgevoerd.

Statistische verschillen worden geaccepteerd bij een P-waarde kleiner of gelijk aan 0,05.

Onttrekkingsgebied
Net als bij de impingement vangsten worden de vangsten in het onttrekkingsgebied berekend per periode. Bij de EON-centrale en Shell Moerdijk is dit gedaan voor de lichtperioden en bij de Eemscentrale is tevens het onderscheid gemaakt in opkomend en afgaand getijde.
De bestandschattingen (Shell Moerdijk en EON-centrale) zijn conform de beschrijving in het STOWA-handboek (Klinge *et al.,* 2003) op de volgende wijze per periode berekend:

1. De vangst van de afzonderlijke trajecten is gedeeld door het rendement van het vangtuig en de toegepaste methode;
2. de voor het rendement gecorrigeerde vangst van alle trajecten is per deelgebied gesommeerd;
3. deze som is gedeeld door het beviste oppervlak, wat resulteert in een bestandschatting per deelgebied;
4. de schattingen per deelgebied zijn op basis van de oppervlaktes omgerekend naar een gewogen gemiddelde, wat leidt tot een bestandschatting per water(lichaam) of locatie.

De gemiddelde schatting (etmaal schatting) is berekend door het gewogen gemiddelde van de verschillende periodes te nemen.

Bij de Eemscentrale zijn de vangsten op vrijwel dezelfde manier uitgewerkt als bij de Shell Moerdijk en de EON centrale. Het enige verschil is dat met de ankerkuil een visbestand per watervolume (pelagisch) wordt berekend en met de boomkor een aantal per m^2 (benthisch) Omdat de combinatie van beide vangtuigen een compleet beeld geeft van het aanwezige visbestand hebben we ervoor gekozen om het totale visbestand in het onttrekkingsgebied te berekenen door de vangsten in beide vangtuigen te combineren. Daarbij is aangenomen dat de

gemiddelde waterdiepte in het onttrekkingsgebied 10 meter is. Dit resulteert in een watervolume van 100.000m^3 water per hectare. Door het bestand, berekend met de ankerkuil (vangst per m^3), te extrapoleren naar het aanwezige watervolume kan het bestand uitgedrukt worden in vangst per hectare. Deze vangst is bij de vangst per hectare met de boomkor opgeteld.

Per locatie zijn de gevonden waarden van de verschillende periodes statistisch getoetst om eventuele verschillen te onderbouwen. De statistische bewerkingen zijn uitgevoerd met SPSS 14.0. Statistische verschillen worden geaccepteerd bij een P-waarde kleiner of gelijk aan 0,05. Alle berekeningen zijn opgenomen in bijlage 11.

2.6. Berekening onttrekking

Om een beeld te krijgen over de mate van inzuiging op de verschillende locaties is er voor gekozen om een onttrekkingsgebied aan te wijzen. Dit onttrekkingsgebied is fictief en louter bedoeld om de verhouding tussen aantallen ingezogen vissen te relateren aan een aanwezig visbestand. Het totale visbestand in het onttrekkingsgebied is eenvoudig te bepalen door het visbestand per hectare te vermenigvuldigen met het oppervlak van het onttrekkingsgebied.
Om de mate van onttrekking te berekenen wordt het totale visbestand, per soort en lengteklasse, gedeeld door de vangst op de zeven gedurende een etmaal. Door het uitvoeren van de berekening kan per soort en lengteklasse bepaald worden hoeveel dagen het duurt voordat het aanwezige visbestand, in het ‘fictieve’ onttrekkingsgebied, volledig ingezogen is. Het verschil in het aantal dagen dat alle exemplaren van een vissoort ingezogen zouden zijn geeft een indicatie over de kwetsbaarheid van een soort en lengte voor inzuiging.
Hierbij dienen twee opmerkingen te worden geplaatst. De berekeningen geven geen realistisch beeld van de werkelijkheid omdat er met verschillende factoren geen rekening is gehouden, zoals migratie, leefgebied, etc. Er is voor deze berekening uitgegaan van een theoretisch model van een gesloten systeem waarin de vis homogeen verspreid is. Verder moet worden gerealiseerd dat bij enkele soorten de bestanden gering zijn, waardoor toevalsprocessen bij de bemonstering een grote rol spelen.

3. RESULTATEN VAN DE EON-CENTRALE (MAASVLAKTE)

3.1. Tijdstip van bemonstering

In tabel 3.1 is een overzicht gegeven van de uitgevoerde bemonsteringen bij de EON-centrale.

Tabel 3.1. Overzicht van de uitgevoerde bemonsteringen bij de EON-centrale

Week	Datum	Toegepaste bemonsteringsmethode
38	17 t/m 20 september	Zeven; zegen; fuiken
40	1 t/m 4 oktober	Zeven; zegen; fuiken; boomkor; larvennet inlaat
44	29 t/m 31 oktober	Zeven; zegen; fuiken; boomkor
46	12 t/m 14 november	Zeven; zegen; fuiken; boomkor; larvennet inlaat
49	4 t/m 6 december	Zeven; zegen; fuiken; boomkor

3.2. Vangsten

De vangsten van de EON-centrale zijn opgebouwd uit de vangsten m.b.v. een larvennet voor de koelwaterinlaat, de grofroosters en de zeven. In 3.3 zijn de vangsten in het onttrekkingsgebied gegeven. In bijlage 1 en 2 zijn de gemiddelde vangsten per periode op soortniveau gegeven en in bijlage 12 zijn de vangsten per meetweek en periode gegeven.

3.2.1. larvennet koelwaterinlaat

In het larvennet voor de koelwaterinlaat is geen vis aangetroffen.

3.2.2. grofroosters

Tijdens de inspectie van de grofroosters zijn geen vissen aangetroffen. Wel zijn er tijdens de donkerperiode in de koelwaterinlaat vele zeebaarzen en harders visueel in de inlaatkanalen waargenomen die foerageerden in de sterke stroom (0,30 tot 0,37 m/s). Hieruit blijkt duidelijk dat de grotere (>30 cm) zeebaarzen en harders sterk genoeg zijn om tegen de stroming in te zwemmen. De indruk bestond dat deze vissen hier een permanente verblijfplaats en foerageer locatie hadden gevonden (mond. med. onderhoudsmedewerkers).

3.2.3. zeven

Het spoelwater van de 4 trommelzeven bevatte over het algemeen weinig vuil en vis (30 – 40 kg per getij), waardoor de opvangnetten niet gauw verstopt raakten. Slechts in een enkel geval moesten de netten tussentijds geleegd worden omdat vuil en kwallen de doorstroming bemoeilijkten. De meest voorkomende soorten waren dikkopjes, brakwatergrondels en kleine zeenaalden en in mindere mate kleine haringen (0 – 15 cm). Strand- en zwemkrabben, zeesterren, ribkwallen en mosselzaad werden ook regelmatig in kleine hoeveelheden aangetroffen. Deze soorten zijn niet gekwantificeerd. In sommige gevallen zaten ook enkele sepia's en pijlinktvissen in het afspoelsel (debris) van de zeven.

In tabel 3.2 is de vangst gegeven over de gehele onderzoeksperiode in aantallen per 1.000 m^3 gedurende de verschillende periodes. In tabel 3.3 zijn de gegevens omgezet naar vangsten per uur. De gemiddelde vangsten in aantallen per 1.000 m^3 en per etmaal zijn voor alle aangetroffen soorten, per donker- en lichtperiode en gemiddeld in bijlage 1 gegeven. Er is geen onderscheid gemaakt in hoog- of laagwater, omdat het getijde in deze haven uitsluitend invloed heeft op de waterdiepte en niet op het leefareaal, zoals bij de Eemscentrale waar de platen droogvallen. Uit de tabel blijkt duidelijk dat in de donkerperiode meer vis wordt ingezogen dan tijdens de lichtperiode. Dit verschil is in de eerste twee lengteklassen vrijwel even groot (factor 3,6).

Tabel 3.2. Gemiddelde zeefvangst (N/1.000 m^3) bij de EON-centrale gedurende de verschillende perioden.

Periode	Totaal	0+	>0+-15	16-25	26-40	>-41
Lichtperiode	0,92	0,76	0,15	0,00	0,00	0,00
Donkerperiode	3,55	2,86	0,68	0,01	0,00	0,00
Gemiddeld per etmaal	2,41	1,94	0,45	0,00	0,00	0,00

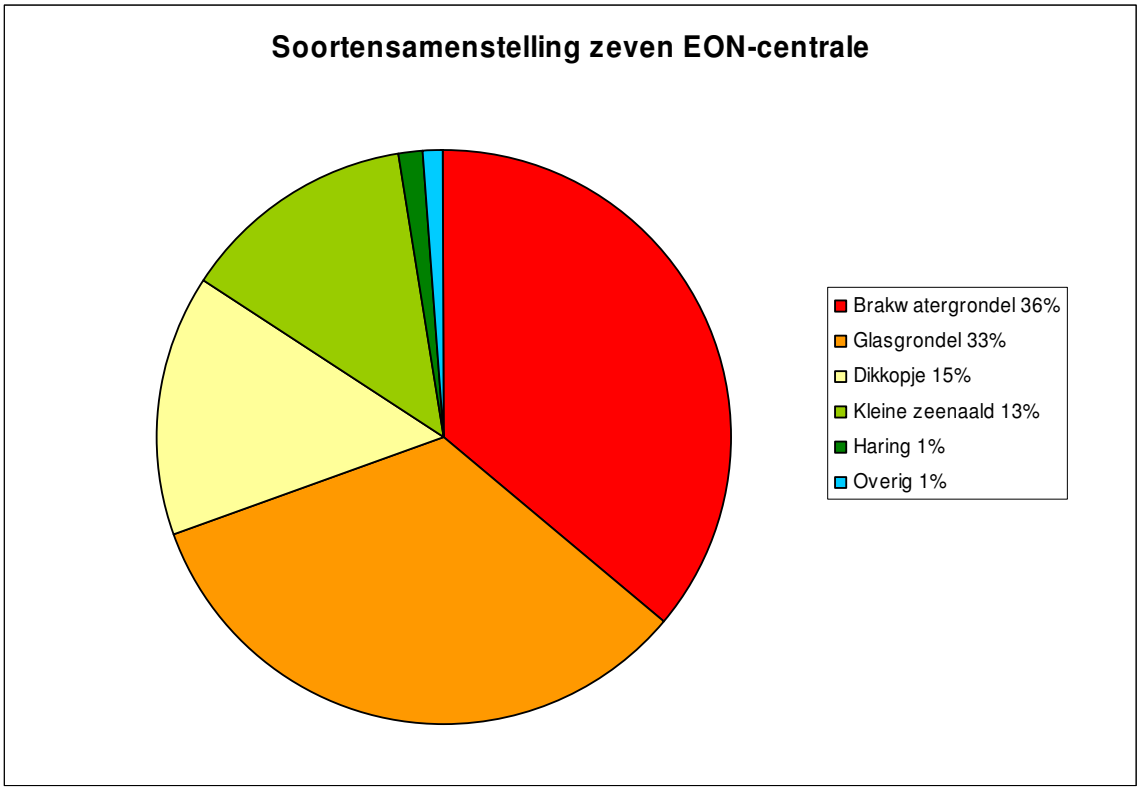
"0,00" = <0,005 exemplaren per 1.000m^3
"-" = niet aangetroffen

Tabel 3.3. Gemiddelde zeefvangst (N/uur en N/etmaal) bij de EON-centrale gedurende de verschillende perioden.

Periode	Totaal	0+	>0+-15	16-25	26-40	>-41
Lichtperiode	99	82	17	0	0	0
Donkerperiode	384	309	74	1	0	0
Gemiddeld (uur)	262	212	49	0	0	0
Gemiddeld (etmaal)	6280	5077	1181	12	9	1

"0" = <0,5 exemplaren per uur
"-" = niet aangetroffen

De hoeveelheid vis die is ingezogen gedurende de onderzoeksperiode (1 september t/m 31 december) wordt geschat op 446 kg of 577.760 individuen. Op de zeven zijn gedurende deze periode 33 vissoorten aangetroffen. In figuur 3.1 wordt de gemiddelde soortensamenstelling van de ingezogen vis gegeven over de gehele onderzoeksperiode. In de figuur is te zien dat de vangst voor 84% bestaat uit grondelsoorten. In bijlage 8 is een gedetailleerd overzicht gegeven van de soortensamenstelling.



Figuur 3.1 Gemiddelde soortensamenstelling (%) van de ingezogen vis bij de EON-centrale

3.3. Bemonstering onttrekkingsgebied

Het onttrekkingsgebied (de haven) voor de koelwaterinlaat is bemonsterd met een zegen, schietfuiken en een kleine boomkor. Obstakels zoals stenen en oesterbanken in de haven hebben de bemonstering bemoeilijkt. Op basis van de vangsten met de kor en zegen is het aanwezige visbestand geschat. In tabel 3.4 wordt de bestandschatting in aantal per hectare gegeven gedurende de lichtperiode, donkerperiode en gemiddeld. In tabel 3.5 is dit gedaan in kg/ha. In bijlage 2 worden de bestandschattingen per vissoort in aantal en kilogram per hectare gegeven voor de donkerperiode, lichtperiode en gemiddeld. De gegevens uit de schietfuikvangsten zijn niet meegenomen in de uiteindelijke bestandschattingen, omdat de gegevens niet omgezet kunnen worden naar kwantitatieve gegevens. De vangsten van de schietfuiken zijn per meetweek in bijlage 7 gegeven.

Zegen

Overdag werden met de zegen doorgaans slechts enkele haringen en glasgrondels gevangen. In het donker werd meer vis gevangen waarbij voornamelijk wijting en haring in de zegen werden aangetroffen. De vis bevindt zich overdag zeer waarschijnlijk in het diepe water om tegen de avond naar het ondiepe water te migreren. Dit is een normaal verschijnsel. De vangsten tijdens de donkerperiode varieerden van circa 5 tot 10 kg per zegentrek.

Kor

De meest voorkomende soorten in de kortrekken waren brakwatergrondel, dikkopje, zwarte grondel, bot en schol. Tevens werden er veel oesters en krabben gevangen. De soortsamenstelling is tijdens beide periodes licht/donker verschillend. Gedurende de donkerperiode werden vissoorten gevangen die ook in de zegen pas in het donker gevangen worden, zoals wijting en haring.

Schietfuiken

De vangst per twee stellen schietfuiken bedroeg circa vijf kilo vis en enkele tientallen strandkrabben. De vangst bestond voornamelijk uit steenbolk, wijting, grote bot (>25 cm) en paling. Grote zeebaarzen en kabeljauw werden tijdens enkele meetweken gevangen. De soortensamenstelling in de schietfuiken is anders dan de gevonden soortensamenstelling in de zegen en kor, omdat soorten zoals steenbolk, zeebaars en kabeljauw in de donkerperiode foerageren langs de stortsteenoevers.

Tabel 3.4. Schatting van het bestand (N/ha) in het onttrekkingsgebied van de EON-centrale gedu- rende de verschillende perioden.

	Totaal	0+	>0+-15	16-25	26-40	>-41
Lichtperiode	2622	943	1650	28	0	0
Donkerperiode	2757	1392	1265	99	1	0
Gemiddeld	2699	1200	1430	68	0	0

"0" = <0,5 n/ha
"-" = niet aangetroffen

Tabel 3.5. Schatting van het bestand (kg/ha) in het onttrekkingsgebied van de EON-centrale gedurende verschillende perioden.

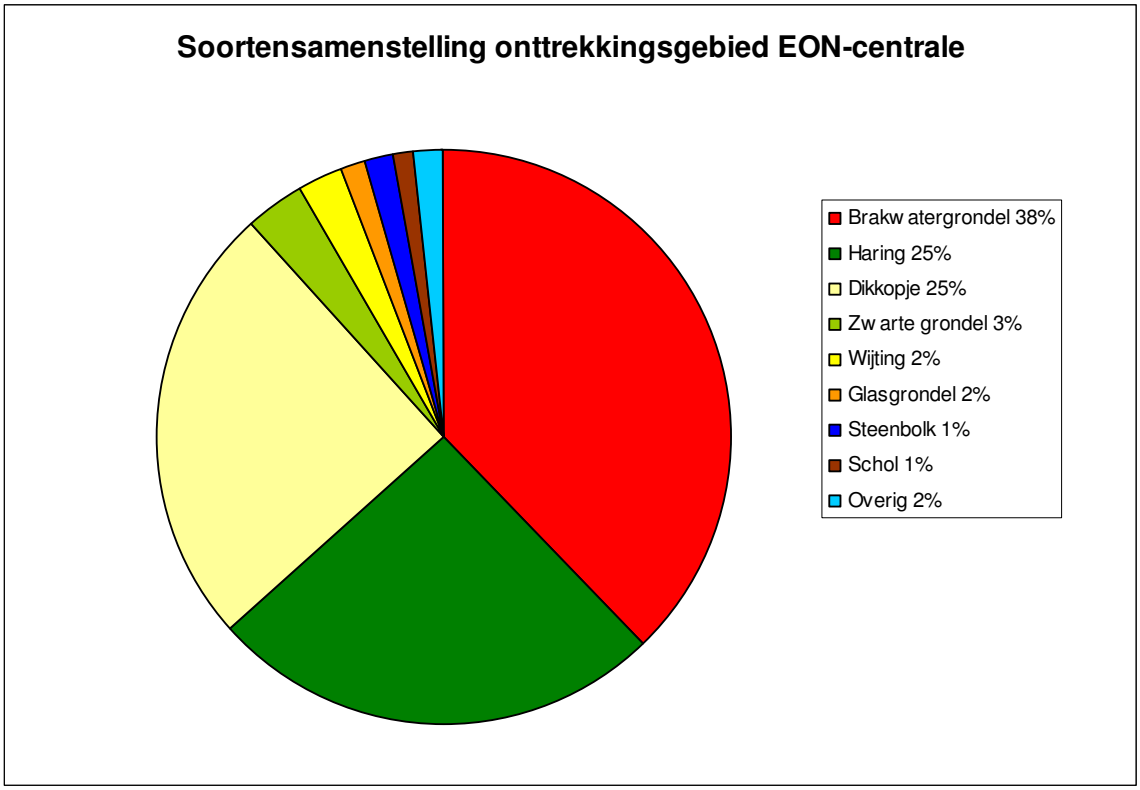
	Totaal	0+	>0+-15	16-25	26-40	>-41
Lichtperiode	7,3	0,6	3,4	2,1	0,1	1,1
Donkerperiode	10,9	0,8	4,3	5,8	0,1	-
Gemiddeld	9,4	0,7	3,9	4,2	0,1	0,5

In het onttrekkingsgebied zijn 25 vissoorten aangetroffen. De raming van het totale bestand in het onttrekkingsgebied (16,8 ha) wordt in de onderzoeksperiode van 1 september tot 31 december 2007 geschat op gemiddeld 157 kg vis en ruim 45.000 exemplaren. Gesteld kan wor-

den dat met een gemiddeld visbestand van ca 9 kg/ha geen sprake is van een hoge dichtheid. De waarden zijn vergelijkbaar met een eerder uitgevoerd onderzoek van de KEMA i.s.m. AquaTerra (AT-KB) op een vergelijkbare locatie, de Chemiehaven in Rotterdam (KEMA, 2000).

Uit tabel 3.4 en 3.5 blijkt dat er weinig verschil is in de totale hoeveelheden gevangen vis tijdens de licht- en donkerperiode. Van de lengtecategorie >0+ tot 15 cm zijn in de lichtperiode meer exemplaren gevangen dan tijdens de donkerperiode, voor de 0+ groep is dat juist andersom maar de verschillen zijn niet groot. Statistisch is niet aantoonbaar dat deze bevindingen significant zijn. Alleen voor de glasgrondel is aantoonbaar dat deze soort in de donkerperiode significant meer ingezogen is ($P_{biomassa}$=0,012 en P_{aantal}=0,011). In bijlage 11 zijn alle uitgevoerde statistische berekeningen opgenomen.

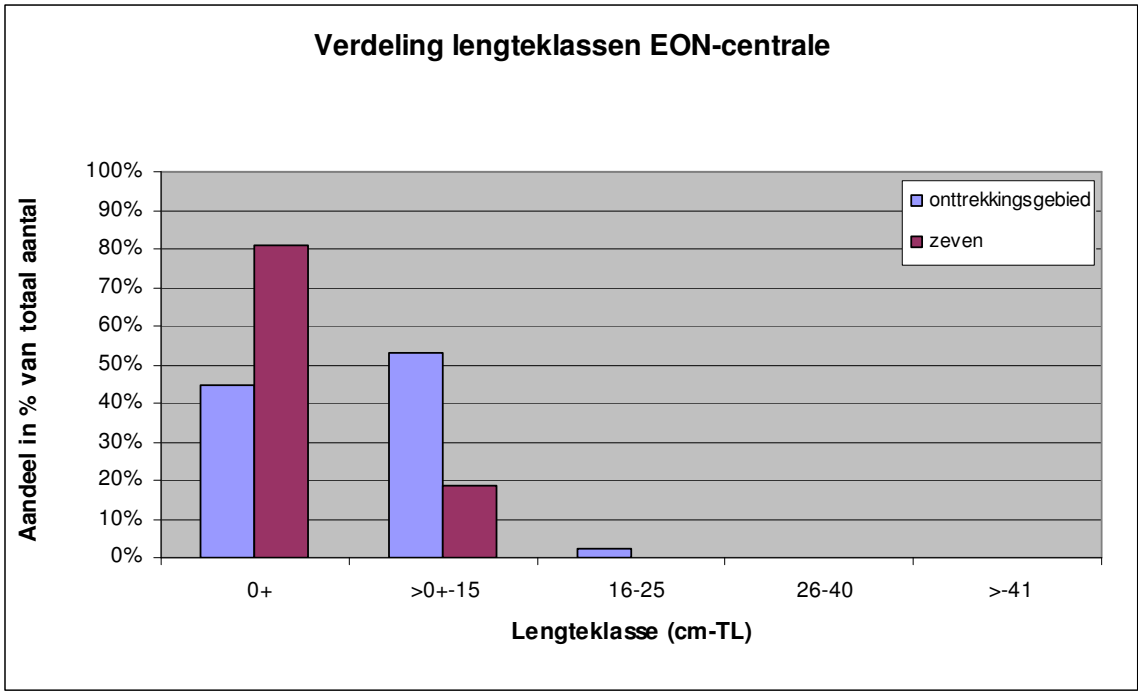
In figuur 3.2 is de soortensamenstelling van de totale vangst (aantals-%) grafisch weergegeven. In bijlage 8 is een gedetailleerd overzicht van de soortensamenstelling gegeven. In het onttrekkingsgebied worden net als op de zeven voornamelijk grondels aangetroffen. Opvallend is de grote hoeveelheid haring, welke op de zeven in veel mindere mate wordt aangetroffen.



Figuur 3.2 De gemiddelde soortensamenstelling (aantals-%) van de aangetroffen vis in het onttrekkingsgebied bij de EON-centrale

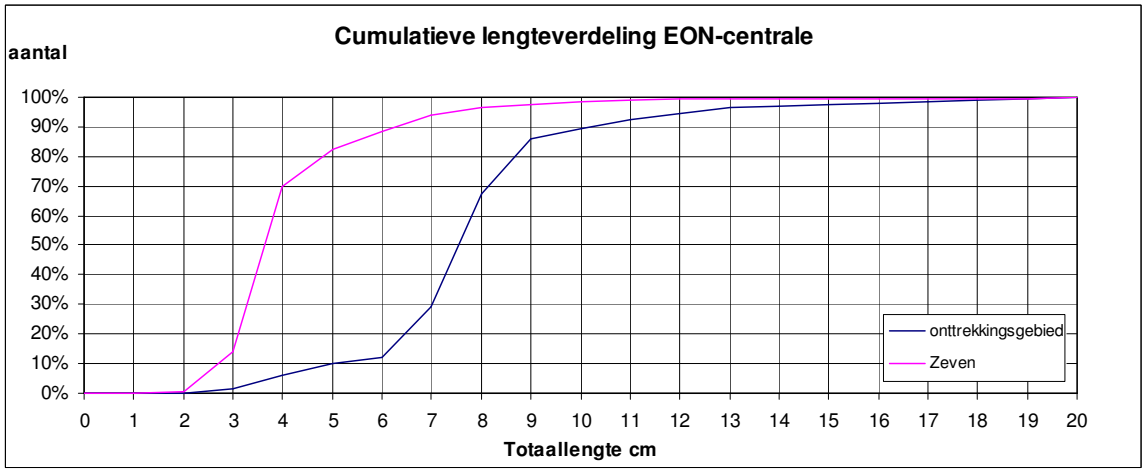
3.4. Vergelijking ingezogen vis met de aanwezige vis in het onttrekkingsgebied

In figuur 3.3 is de verdeling in lengteklassen (aantals-%) gegeven. Uit deze figuur blijkt dat de ingezogen vis voornamelijk uit de eerste twee lengteklassen, vis t/m 15 cm, afkomstig is. Grotere vissen (16-25 cm) worden niet of nauwelijks ingezogen, maar worden wel in het onttrekkingsgebied aangetroffen.



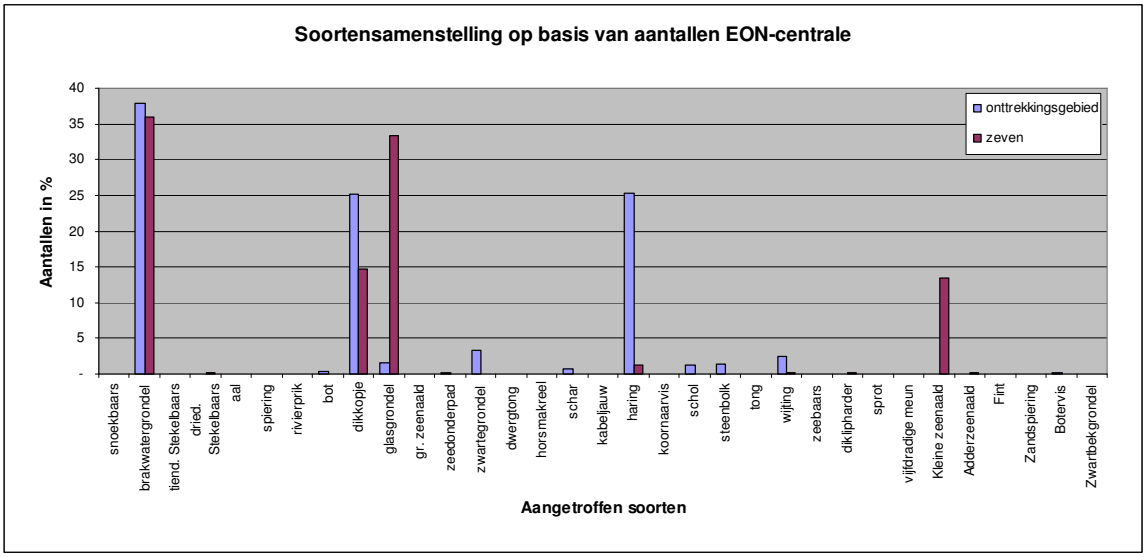
Figuur 3.3 Verdeling van de visvangst van het onttrekkingsgebied ten opzichte van de ingezogen vissen (aantals-%)

Figuur 3.4 geeft de cumulatieve lengtefrequentieverdeling van de juveniele vis. Uit deze figuur blijkt dat vis tot een lengte van ±12 cm gevoelig is voor inzuiging. In bijlage 10a zijn per soort de lengtefrequentie verdelingen van de totale vangsten van zowel de zeef en het onttrekkingsgebied grafisch weergegeven.



Figuur 3.4 De cumulatieve lengteverdeling van de ingezogen vis ten opzichte van vis in het onttrekkingsgebied.

In figuur 3.5 is de soortensamenstelling van de totale vangst gegeven zoals aangetroffen op de zeven, ten opzichte van het onttrekkingsgebied. Glasgrondels en kleine zeenaalden worden op de zeven veel meer aangetroffen dan in het onttrekkingsgebied. De verklaring hiervoor is dat deze vissen erg klein/dun zijn, waardoor deze soorten gemakkelijk ontsnappen door de mazen van de toegepaste vistuigen.



Figuur 3.5 Soortensamenstelling (aantals-%) op de zeven en in het onttrekkingsgebied

3.5. Effect op het onttrekkingsgebied

De gegevens in tabel 3.6 zijn verkregen door, per soort en lengteklasse, de gemiddelde aantalhoeveelheden van het totaalbestand in het onttrekkingsgebied over de gehele onderzoeksperiode te delen door de gemiddelde aantalhoeveelheden die per etmaal gedurende de onderzoeksperiode zijn aangetroffen. Hoge waarden worden dus veroorzaakt doordat deze soorten in tegenstelling tot het onttrekkingsgebied nauwelijks op de trommelzeven zijn aangetroffen.

De waarden in tabel 3.6 geven van enkele soorten een vertekend beeld, omdat de wijze van bemonsteren, voor hele kleine vissoorten zoals glasgrondels en kleine zeenaalden niet volstaat. De vangtuigen zijn voor het kwantitatief bemonsteren van deze soorten te grofmazig.

Tabel 3.6. Aantal dagen, op basis van aantallen, waarin het visbestand (per lengteklasse, per soort) uit het onttrekkingsgebied is ingezogen.

Vissoort	Gemiddeld	0+	>0+-15	16-25	26-40	>-41
Snoekbaars	-	-	-	-	-	z
Tiendoornige stekelbaars	-	z	-	-	-	-
Zwartbekgrondel	-	-	a	-	-	-
Driedoornige stekelbaars	-	z	-	-	-	-
Fint	-	-	-	-	a	-
Aal	2	-	-	z	5	-
Rivierprik	-	-	-	-	z	-
Spiering	3	1	7	10	-	-
Bot	238	a	a	z	z	-
Botervis	-	a	a	-	-	-
Brakwatergrondel	8	4	17	-	-	-
Dikkopje	12	3	35	-	-	-
Glasgrondel	0	0	0	-	-	-
Grote Zeenaald	-	z	z	z	z	-
Kleine zeenaald	-	z	z	z	z	-
Zandspiering	-	z	z	-	-	-
Zeedonderpad	496	a	n	z	-	-
Zwarte grondel	359	z	391	-	-	-
Dwergtong	-	z	-	-	-	-
Adderzeenaald	0	z	-	-	0	-
Horsmakreel	0	z	a	-	-	-
Haring	154	155	149	5	a	-
Kabeljauw	1	z	z	3	-	-
koornaarvis	12	5	38	z	-	-
Schar	710	a	a	68	-	-
Schol	2454	a	1384	-	-	-
Steenbolk	393	a	436	336	-	-
Wijting	89	2	85	109	-	-
Tong	-	a	-	a	-	-
Zeebaars	1	z	-	a	-	-
Diklipharder	1	z	a	-	a	a
Sprot	9	2	15	-	-	-
Vijfdradige meun	-	-	z	-	-	-
Totaalbestand	7	4	20	100	1	5

"-" : Geen mogelijkheid tot vergelijking i.v.m. het ontbreken van gegevens.
"z": is alleen op de zeven aangetroffen
"a" :is alleen in het onttrekkingsgebied aangetroffen

Uit tabel 3.6 blijkt dat het gehele visbestand op aantalbasis in het onttrekkingsgebied (16,8 ha) in 7 dagen wordt ingezogen. Hierbij is, in tegenstelling tot de werkelijkheid, aangenomen dat er (1) geen migratie van vis plaatsvindt en (2) dat alle soorten vis en lengteklassen even gemakkelijk worden ingezogen. Uit de tabel 3.6 en 6.2 blijkt dat kleine vissen gevoeliger voor inzuiging zijn (zie tabel 6.2). Statistisch zijn de verschillen in soorten en lengte niet aantoonbaar door de lage aantallen. In bijlage 11 zijn de statistische berekeningen gegeven.

4. RESULTATEN VAN SHELL MOERDIJK

4.1. Tijdstip van bemonstering

In tabel 4.1 wordt een overzicht gegeven van de uitgevoerde bemonsteringen bij Shell Moerdijk.

Tabel 4.1 Overzicht van de uitgevoerde bemonsteringen bij Shell Moerdijk

Week	Datum	Toegepaste bemonsteringsmethode
41	8, 9 en 10 oktober	Zeven; kuil; fuiken; larvennet uitlaat
43	21, 22 oktober	Zeven; kuil; fuiken
45	6, 7 november	Zeven; kuil
48	27, 28 en 29 november	Zeven; kuil; fuiken
51	18, 19 december	Zeven; kuil; fuiken

4.2. Vangsten

De vangsten bij Shell Moerdijk zijn binnen het onderzoek te verdelen in de vangsten op de zeven+harkroosters, de vangsten aan de koelwateruitlaat en de vangsten in het onttrekkingsgebied. In bijlage 3 en 4 zijn de gemiddelde vangsten per periode op soortniveau gegeven en in bijlage 12 zijn de vangsten per meetweek en periode opgenomen.

4.2.1. Larvennet koelwateruitlaat

Het was vrij eenvoudig bij een koelwateruitlaat een larvennet (100x100 cm) te plaatsen. Dit is eenmaal gedurende 24 uur gedaan waarbij geen enkele vis is aangetroffen. Dit is niet opvallend gezien de geringe vangsten op de zeven. Alleen wanneer een vis zo klein is dat deze door de zeven heen gaat, zou deze bij de uitlaat aangetroffen kunnen worden. Dit zou in het voorjaar het geval kunnen zijn voor bijvoorbeeld glasaal, waarbij de eventuele overleving bepaald kan worden. Door de hoge temperaturen in de fabriek valt te verwachten dat de vis dit niet zal overleven.

4.2.2. Zeven en harkrooster

Het afspoelsel (debris) van alle zeven en harkroosters (zes exemplaren) werd gezamenlijk opgevangen. De bemonstering is goed verlopen. Het spoelwater bevatte over het algemeen weinig vuil (maximaal 5 kg per licht of donkerperiode), waardoor het opvangnet niet verstopt raakte. De hoeveelheden aangetroffen vis waren gering. In tabel 4.2 is de vangst in aantallen per 1.000 m^3 gedurende verschillende perioden weergegeven. In tabel 4.3 zijn de gegevens omgezet naar vangsten per uur en per etmaal. De gemiddelde vangsten in aantallen per 1.000 m^3 en per etmaal zijn voor alle aangetroffen soorten, per donker- en lichtperiode en gemiddeld in bijlage 3 gegeven.

Tijdens de verschillende bemonsteringsweken zijn in totaal 20 soorten aangetroffen op de zeven. De vangsten bestonden voornamelijk uit kleine vis (<15 cm). De meest voorkomende soorten waren, diklipharders, blankvoorns, baarzen en driedoornige stekelbaarzen (zie figuur 4.1). Tijdens de bemonstering werden ook wolhandkrabben gevangen (max. 2 kg totaal gewicht per 24 uur bemonstering).
Opvallend was de vangst van een aantal larven van rivierprikken (beleidsgepriorteerde soort). Hoewel vaak aangenomen wordt dat rivierprikken uitsluitend paaien en opgroeien in beken en kleine rivieren, heeft AquaTerra-KuiperBurger bij bodembemonsteringen diverse keren rivierpriklarven in de bodem van de grote rivieren en zelfs in havens aangetroffen. De larven van de rivierprik verblijven de eerste periode op de paaiplaatsen. Na enige tijd verplaatsen ze zich door zich uit te graven en passief mee te laten voeren door de stroming, totdat ze een geschikte bodem vinden met voldoende voedsel. Dit fenomeen kan zich gedurende het larvestadium (3 tot 5 jaar) meerdere malen herhalen (www.minlnv.nl). De passieve migratie van deze larven vergroot de kans op inzuiging aanzienlijk. Tevens werden een aantal pas naar volwassen vis gemetamorfoseerde prikken (ca 10 cm lengte) op de zeven aangetroffen.

Tabel 4.2 Gemiddelde zeefvangst (N/1.000m^3) bij de Shell Moerdijk gedurende verschillende perioden.

Periode	Totaal	0+	>0+-15	16-25	26-40	>-41
Lichtperiode	0,04	0,04	0,00	-	0,00	0,00
Donkerperiode	0,06	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
Gemiddeld per etmaal	0,05	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00

"0,00" = <0,005 N / 1.000m^3
"-" = niet aangetroffen

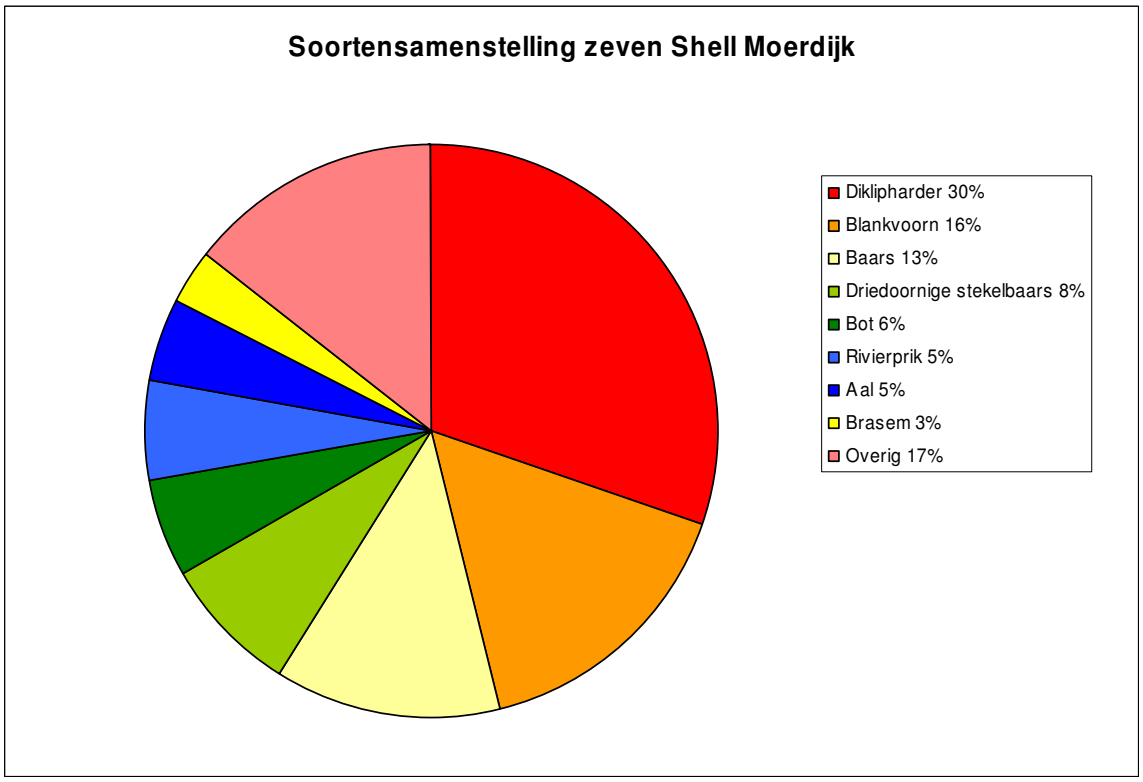
Tabel 4.3 Gemiddelde zeefvangst (N/uur en N/etmaal) bij de Shell Moerdijk gedurende verschillende perioden.

Periode	Totaal	0+	>0+-15	16-25	26-40	>-41
Lichtperiode	3,51	3,17	0,24	-	0,08	0,02
Donkerperiode	4,86	4,44	0,31	0,03	0,04	0,04
Gemiddeld	4,31	3,92	0,28	0,02	0,06	0,03
Gemiddeld (etmaal)	103,40	94,00	6,80	0,40	1,40	0,80

"-" = niet aangetroffen

Uit de gegevens blijkt dat op aantalbasis 's nachts gemiddeld 38% meer vis ingezogen wordt dan overdag. Deze verschillen zijn statistisch niet aantoonbaar. Alleen voor 0+ bot is significant aantoonbaar dat deze soort zowel in aantal als biomassa, in tegenstelling tot de verwachting, overdag meer ingezogen wordt. Alle statistische berekeningen zijn in bijlage 11 opgenomen. De totale inzuiging voor de periode 1 september tot 31 december 2007 wordt geschat op 9.513 exemplaren of 45 kg.

In figuur 4.1 is de soortensamenstelling van de totale vangst grafisch weergegeven. Een volledig overzicht van alle soorten die op de zeven zijn aangetroffen is opgenomen in bijlage 8.



Figuur 4.1 De soortensamenstelling van de totale vangst (aantals-%)van Shell Moerdijk van de zeven en harkroosters.

4.3 Bemonstering onttrekkingsgebied

Het onttrekkingsgebied is bemonsterd met een stortkuil en schietfuiken. Op basis van de vangsten met de stortkuil is het aanwezige visbestand geschat. De gegevens uit de schietfuikvangsten zijn niet meegenomen in de uiteindelijke bestandschattingen, omdat de gegevens niet omgezet kunnen worden naar kwantitatieve gegevens. De vangsten van de schietfuiken zijn per meetweek in bijlage 7 gegeven.
In tabel 4.4 wordt de bestandschatting in aantal per hectare gegeven gedurende de lichtperiode, donkerperiode en gemiddeld. In tabel 4.5 zijn deze gegevens omgezet in kilogram per hectare. In bijlage 4 worden de bestandschattingen per vissoort in aantal en kilogram per hectare gegeven voor de verschillende vissoorten.

Stortkuil

Gedurende de bemonstering van het onttrekkingsgebied zijn er over de gehele onderzoeksperiode in totaal 20 soorten aangetroffen. De soorten die wel op de zeven en niet met de stortkuil zijn gevangen, zijn de drie- en tiendoornige stekelbaars en de alver. Tijdens de bemonsteringen varieerden de vangsten tussen de 10 en 400 kg per kuiltrek. De samenstelling van het visbestand bestond vrijwel alleen uit meerzomerige vis (figuur 4.3). Het ontbreken van de jongste jaarklassen in het gevolg van de migratie van deze jaarklassen (vanaf september) naar overwinteringsgebieden, zoals havens en zijwateren. De meerzomerige vis migreert minder. Wel zoeken de vissen elkaar op, waardoor clustering ontstaat. Dit is waarschijnlijk ook de reden waarom de vangsten met de stortkuil sterk uiteen lopen (zie tabel 4.4 en 4.5). Door de heterogene verspreiding is de visdichtheid per locatie sterk verschillend, wat terug te vinden is in de vangsten.

Van de rivierprik (beleidsgeprioriteerde soort) zijn tijdens de bemonsteringen van het openwater enkele volwassen exemplaren aangetroffen (>25cm). De larven en pas gemetamorfoseerde rivierprikken zijn bij de bemonstering van het onttrekkingsgebied niet aangetroffen.

Schietfuiken

In de schietfuiken werden kleine hoeveelheden vis gevangen. De soortensamenstelling bestond onder andere uit snoekbaars, brasem en paling. Met de fuiken werd evenals met de stortkuil nauwelijks kleine vis gevangen.

Tabel 4.4 Schatting van het bestand (N/ha) in het onttrekkingsgebied van Shell Moerdijk gedurende verschillende perioden

Periode	Totaal	0+	>0+-15	16-25	26-40	>-41
Lichtperiode	168	9	7	12	49	91
Donkerperiode	115	20	3	8	14	69
Gemiddeld	133	15	5	10	29	75

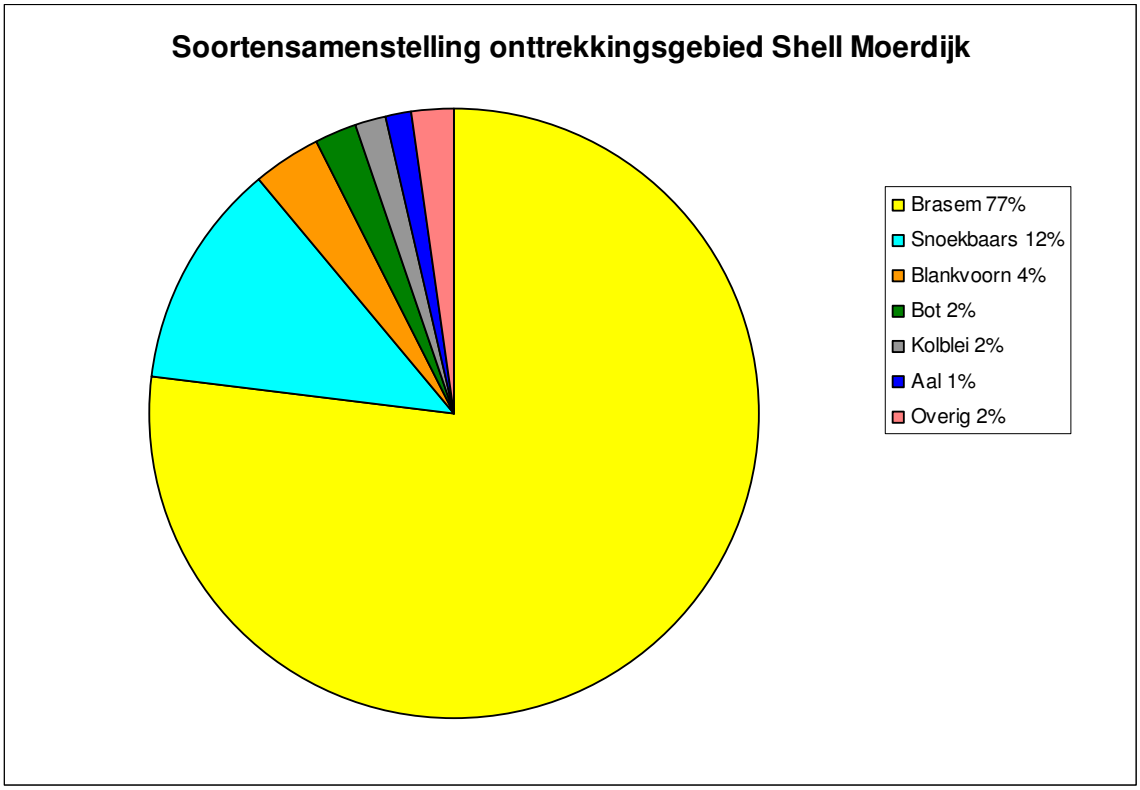
"0" = <0,5 exemplaren per uur aangetroffen
"-" = niet aangetroffen

Tabel 4.5 Schatting van het bestand (kg/ha) in het onttrekkingsgebied van Shell Moerdijk gedurende verschillende perioden

Periode	Totaal	0+	>0+-15	16-25	26-40	>-41
Lichtperiode	142,9	0,0	0,1	0,9	22,3	119,6
Donkerperiode	110,8	0,1	0,1	0,6	5,7	104,4
Gemiddeld	117,2	0,1	0,1	0,7	12,9	103,5

"0,0" = <0,05 exemplaren per uur aangetroffen
"-" = niet aangetroffen

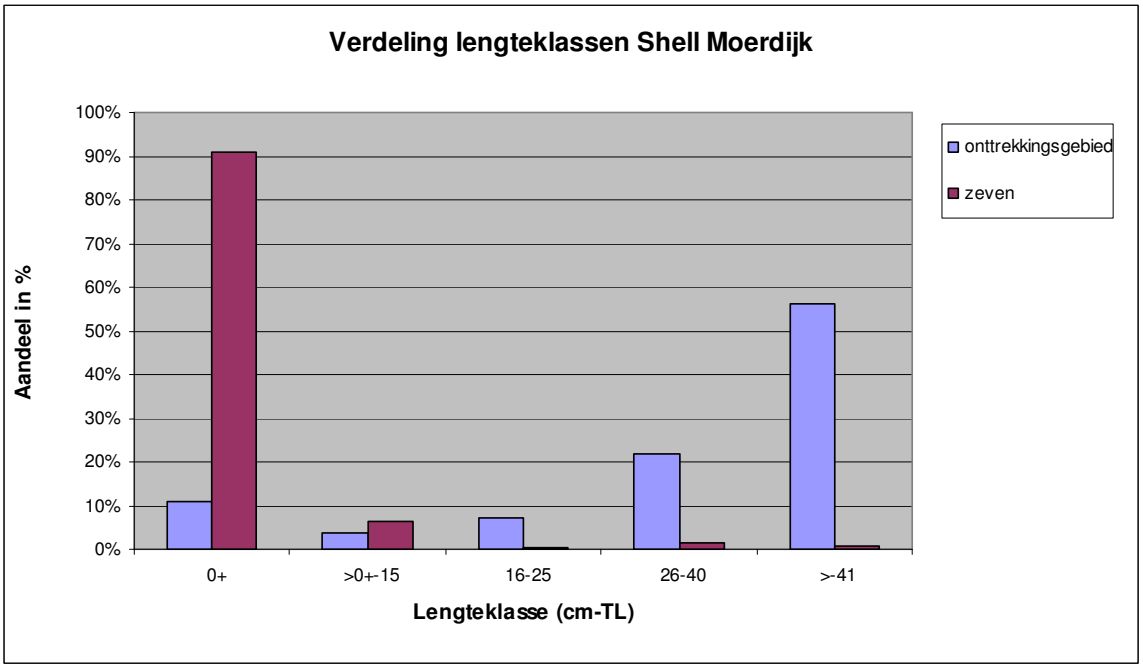
In figuur 4.2 is de soortensamenstelling van de totale vangst (aantals-%) in het onttrekkingsgebied grafisch weergegeven. Het hoge aandeel van brasem en in mindere mate van snoekbaars zijn duidelijk zichtbaar. Een gedetailleerd overzicht van de soortensamenstelling is in bijlage 8 gegeven.



Figuur 4.2 De gemiddelde soortensamenstelling (aantals-%) van het onttrekkingsgebied bij Shell Moerdijk.

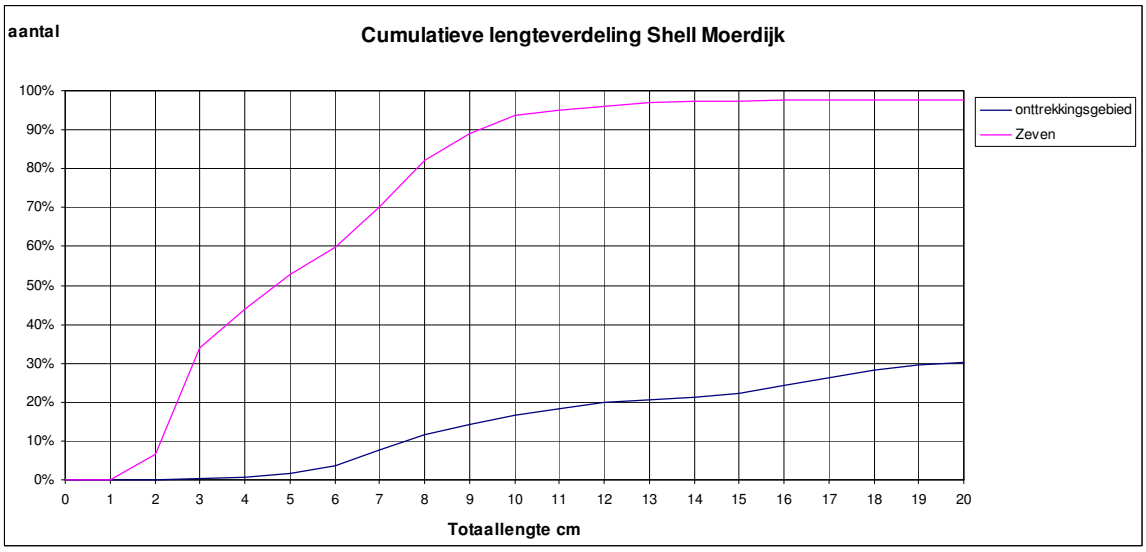
4.4 Vergelijking ingezogen vis met de aanwezige vis in het onttrekkingsgebied

In figuur 4.3 is de procentuele lengteverdeling van de ingezogen vis op de zeven ten opzichte van de gevangen vis met de stortkuil gegeven. Kleine vis is opvallend meer aangetroffen op de zeven dan in het onttrekkingsgebied. Dit verschil wordt veroorzaakt doordat de kleine vis die zich nog in het gebied bevindt zich vaak in de nabijheid van de oevers ophoudt. Tevens bestaat een groot deel van de 0+ vangst op de zeven uit zeer kleine diklipharders (2 á 3cm). Deze pelagische soort is met de stortkuil niet kwantitatief te bemonsteren, waardoor deze soort nagenoeg ontbreekt in figuur 4.3. Grote vis wordt niet of nauwelijks ingezogen. In de figuur is duidelijk te zien dat grote vis vooral in het onttrekkingsgebied wordt waargenomen. De enige grotere vissoort die is aangetroffen op de zeven is paling (schieraal). Van schieralen is bekend dat ze zich in het najaar met de stroming mee laten voeren naar zee. De stroming die opgewekt wordt in de nabijheid van het koelwaterinnamepunt is daardoor voor deze soort zeer risicovol.



Figuur 4.3 Verdeling van de visvangst (aantals-%) per lengteklasse van de zeven ten opzichte van het onttrekkingsgebied

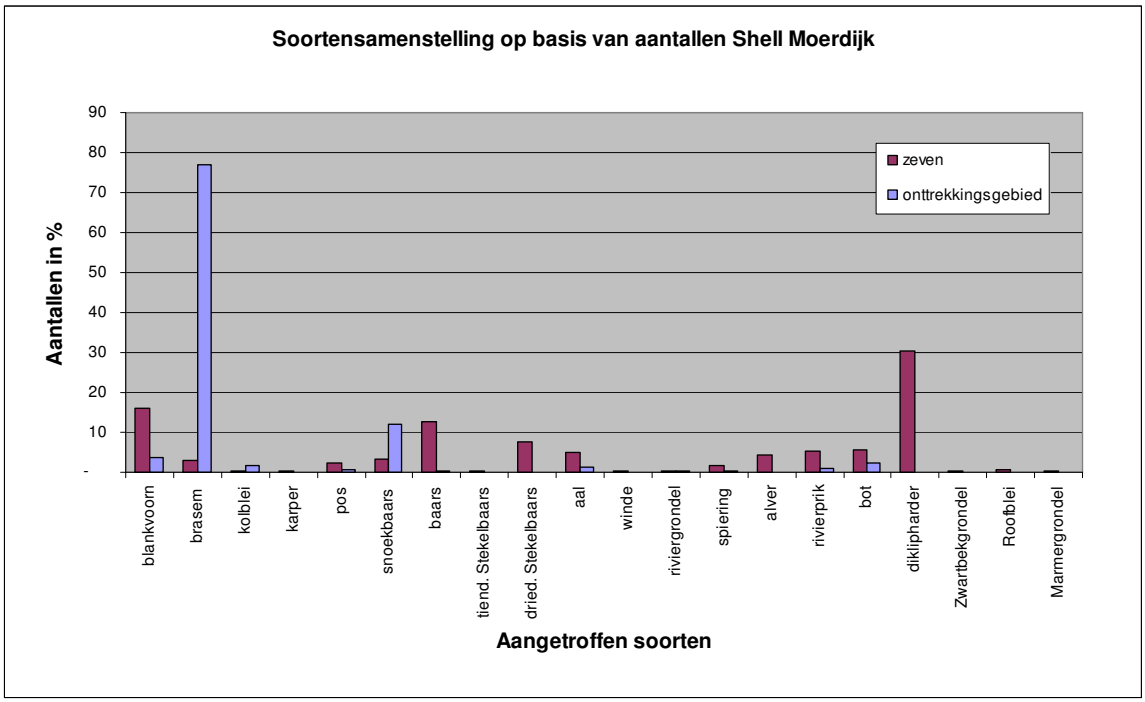
In figuur 4.4 is de cumulatieve lengtefrequentieverdeling gegeven van de totale vangst van de ingezogen vis ten opzichte van het onttrekkingsgebied. Uit de figuur blijkt 98% van de vissen die worden ingezogen kleiner dan 15 cm zijn. In bijlage 10 is per soort de lengtefrequentie verdelingen van zowel de zeefvangsten als de vangsten in het onttrekkingsgebied grafisch gegeven.



Figuur 4.4 De cumulatieve lengteverdeling van de ingezogen vis ten opzichte van de vis in het onttrekkingsgebied

In figuur 4.5 is de verdeling in procenten op basis van aantallen weergegeven voor de zeven en het onttrekkingsgebied. Opvallende uitschieters zijn brasem en diklipharder. Brasem werd voornamelijk in het onttrekkingsgebied gevangen en slechts enkele jonge exemplaren zijn op

de zeven aangetroffen. Grote vissen zijn sterk genoeg om weg te zwemmen van de stroming die ontstaat door de inname van koelwater.



Figuur 4.5 Soortensamenstelling (aantals-%) van de zeven ten opzichte van het onttrekkingsgebied

4.5 Effect op het onttrekkingsgebied

De gegevens in tabel 4.6 zijn verkregen door, per soort en lengteklasse, de gemiddelde aantalhoeveelheden van het totaalbestand in het onttrekkingsgebied over de gehele onderzoeksperiode te delen door de gemiddelde aantalhoeveelheden die per etmaal gedurende de onderzoeksperiode zijn aangetroffen. Hoge waarden worden dus veroorzaakt doordat deze soorten in tegenstelling tot het onttrekkingsgebied nauwelijks op de trommelzeven zijn aangetroffen.

De waarden in tabel 4.6 geven van enkele soorten een vertekend beeld, omdat de wijze van bemonsteren, voor voornamelijk kleine vissoorten zoals glasgrondels en kleine zeenaalden niet volstaat. De vangtuigen zijn voor het kwantitatief bemonsteren van deze soorten te grofmazig.

Tabel 4.6 Aantal dagen, op basis van aantallen, waarin het visbestand (per lengteklasse, per soort) uit het onttrekkingsgebied is ingezogen.

Vissoort	Gemiddeld	0+	>0+-15	16-25	26-40	>-41
Riviergrondel	174	99	a	-	-	-
Winde	27	6	a	-	a	-
Alver	-	z	z	-	-	-
Blankvoorn	34	6	a	a	a	a
Brasem	4.091	249	2640	a	a	a
Karper	15	z	-	-	-	a
Pos	42	36	108	-	-	-
Hybride	-	-	-	-	-	a
Baars	3	0	a	-	z	-
Kolblei	654	13	57	a	a	a
Snoekbaars	561	134	a	a	a	a
Tiendoornige stekelbaars	-	z	-	-	-	-
Roofblei	6	z	z	-	a	-
Marmergrondel	18	13	z	-	-	-
Zwartbekgrondel	14	-	14	-	-	-
Driedoornige stekelbaars	-	z	-	-	-	-
Aal	45	z	z	6	7	268
Rivierprik	24	z	z	-	684	-
Spiering	19	19	-	-	-	-
Bot	60	63	6	-	a	-
Diklipharder	0	0	-	-	-	-
Totaalbestand	154	19	90	2863	2502	11187

"-" : Geen mogelijkheid tot vergelijking i.v.m. het ontbreken van gegevens.
"z": is alleen op de zeven aangetroffen
"a" :is alleen in het onttrekkingsgebied aangetroffen

Uit de bovenstaande tabel blijkt dat het gemiddelde visbestand in het onttrekkingsgebied (120 ha) in 154 dagen zou zijn ingezogen. Hierbij is aangenomen dat er geen migratie van vis plaatsvindt en dat alle soorten vis en lengteklassen even gemakkelijk worden ingezogen.

Door het grote verschil in kwetsbaarheid voor inzuiging wijkt het aantal dagen sterk af voor de verschillende lengteklassen. Het broed (tot ± 8 à 9 cm) zou al na 19 dagen verdwenen zijn, terwijl vis groter dan 15 cm pas na vele jaren zou zijn ingezogen. Daarbij dient opgemerkt te worden dat de kleine vis die zich nog in het onttrekkingsgebied bevond voor het merendeel bij de oevers, nabij de inlaatkanalen, aanwezig was. Omdat bij de oevers geen kwantitatieve bemonstering plaatsgevonden heeft, is het bestand aan kleine vis hoogstwaarschijnlijk onderschat. Het hoge aantal dagen dat berekend is voordat vis groter dan 15 cm ingezogen is het gevolg van het lage aantal exemplaren op de zeven. Statistisch zijn door het geringe aantal individuen geen uitspraken te doen over de mogelijke verschillen per soort of lengteklasse. De statistische berekeningen zijn opgenomen in bijlage 11.

5. RESULTATEN VAN DE EEMSCENTRALE

5.1. Tijdstip van bemonstering

In tabel 5.1 wordt een overzicht gegeven van de uitgevoerde bemonsteringen bij de Eemscentrale. Door het uitvallen van de centrale in week 42 is er gedurende vier weken geen koelwater ingenomen en kon tussen week 42 en week 47 geen bemonstering plaatsvinden.

Tabel 5.1 Overzicht van de uitgevoerde bemonsteringen bij de Eemscentrale

Week	Datum	Toegepaste bemonsteringsmethode
37	10 t/m 13 september	Zeven; zegen; fuiken
39	25 t/m 28 september	Zeven; ankerkuil, boomkor
42	15 t/m 19 oktober	Zeven; ankerkuil; boomkor
47	19 t/m 22 november	Zeven; ankerkuil; boomkor; larvennet inlaat
50	11 t/m 14 december	Zeven; ankerkuil; boomkor; larvennet inlaat

5.2. Vangsten

De vangsten bij de Eemscentrale bestaan uit de vangsten in de larvennetten in het koelwater inlaatkanaal, de grofroosters en de vangsten op de zeven. Daarnaast zijn in 5.3 de vangsten in het onttrekkingsgebied gegeven. In bijlage 5 en 6 zijn de gemiddelde vangsten per periode op soortniveau uitgewerkt en in bijlage 12 zijn de vangsten per meetweek en periode gegeven.

5.2.1. Broedbemonstering koelwaterinlaat

Het larvennetje (Ø 45cm) voor de koelwaterinlaat is gedurende een meetperiode van 12 uur getest met 30 kg gewicht om het netje op de bodem van het inlaatkanaal te houden. Het systeem voor het larvennetje bleek goed te functioneren. Vervolgens is besloten om een tweede larvennetje in het andere koelwaterkanaal van de EC20 eenheid te hangen. Door de sterke stroming (2,5 á 3,5 m/s) is het niet mogelijk om de netjes op één hoogte te houden. Omdat aangenomen mag worden dat de vis in het koelwaterinlaatkanaal door de sterke turbulente stroming ‘random’ verdeeld is, heeft dit geen invloed op de bemonstering.
Na een getij van ongeveer 6 uur werd gemiddeld per netje ±2 kg vuil en vis ingevangen. De hoeveelheid vis was gering. De meest voorkomende soorten waren aasgarnalen (Mysidacea), kleine zeenaald en het dikkopje. Andere soorten die zijn aangetroffen zijn bot, slakdolf, driedoornige stekelbaars en juveniele zeebaars.

5.2.2. Grofroosters

Tijdens de bemonsteringen werd de inhoud van de vuilcontainer van de grofroosters elk getijde onderzocht. Enkele malen werd er een kabeljauw aangetroffen. In voorgaande jaren werden volgens onderhoudsmedewerkers gedurende het najaar enkele kabeljauwen en zeeforellen aangetroffen.

5.2.3. Bemonstering zeven

Alleen de koelwaterinlaat van de EC20 eenheid is bemonsterd. De hoeveelheid koelwater bedraagt ca. 35% van de totale volumestroom koelwater (55 m^3/s)die wordt ingenomen vanuit het Eems-Dollard estuarium. Voor de STEG eenheden wordt ca. 65% van het koelwater gebruikt. De splitsing van koelwaterstromen vindt plaats aan het eind van het inlaatkanaal. Door de sterke stroming en het turbulente water in het inlaatkanaal mag aangenomen worden dat de verdeling van de vis random verdeeld is over het inlaatkanaal, over de vertikaal. De resultaten van de EC20 zijn dan ook geëxtrapoleerd naar de gehele centrale.

De bemonstering van de zeven verliep goed. Wel werd veel vuil aangetroffen. Dit was voornamelijk gedurende laagwaterperioden. Het inlaatpunt bevindt zich dan ook aan de rand van de waterlijn. De hoeveelheid afspoelsel (debris) liep op tot maximaal 700 kg per getijde.

In tabel 5.2 en 5.3 zijn de resultaten van de zeefbemonsteringen gegeven voor de EC20-eenheid. In tabel 5.4 zijn de resultaten geëxtrapoleerd naar de vangsten voor de gehele centrale. In bijlage 5 zijn de resultaten in detail gegeven. Per getijde en per (licht en donker) periode werden verschillen in hoeveelheden vis en samenstelling geconstateerd. Tijdens afgaand getijde en in de donkerperiode werd de meeste vis ingezogen. De soortsamenstelling was alleen verschillend tussen de lichtperiode en de donkerperiode. Tijdens de lichtperiode werden voornamelijk kleine vissen (< 15 cm) ingezogen zoals dikkopjes, brakwatergrondels, haringen en zeenaalden. Naarmate de lichtintensiteit afnam nam de vangst van grote vissen (15-30 cm) toe. Bovenstaande resultaten zijn door een te grote spreiding statistisch niet aantoonbaar. De statistische berekeningen zijn in bijlage 11 gegeven. Soorten die vooral tijdens de donkerperiode aangetroffen werden waren spiering, wijting en vijfdradige meun. Enkele bijzondere soorten die zijn aangetroffen zijn mul, zeeforel, rivierprik en het kortsnuitzeepaardje.

Tabel 5.2 Gemiddelde zeefvangst (N/1.000m3) van de Eemscentrale (EC20) gedurende de verschillende perioden.

Periode	Totaal	0+	>0+-15	16-25	26-40	>-41
Lichtperiode	28,98	19,13	9,62	0,22	0,00	0,00
Donkerperiode	31,23	25,97	4,95	0,30	0,01	0,00
Afgaand tij	36,10	29,56	6,22	0,31	0,01	0,00
Opkomend tij	26,55	16,38	9,90	0,27	0,00	0,00
Gemiddeld	30,24	22,96	7,00	0,27	0,01	0,00

"0,0" = <0,05 exemplaren per uur aangetroffen
"-" = niet aangetroffen

Tabel 5.3 Gemiddelde zeefvangst (N/uur en N/etmaal) van de EC20 eenheid gedurende verschillende perioden.

Periode	Totaal	0+	>0+-15	16-25	26-40	>-41
Lichtperiode	1.878	1.240	623	14	0	0
Donkerperiode	2.024	1.683	321	19	0	0
Afgaand tij	2.339	1.915	403	20	1	0
Opkomend tij	1.721	1.061	641	18	0	0
Gemiddeld (uur)	1.959	1.488	454	17	0	0
Gemiddeld (etmaal)	47.027	35.711	10.893	412	9	2

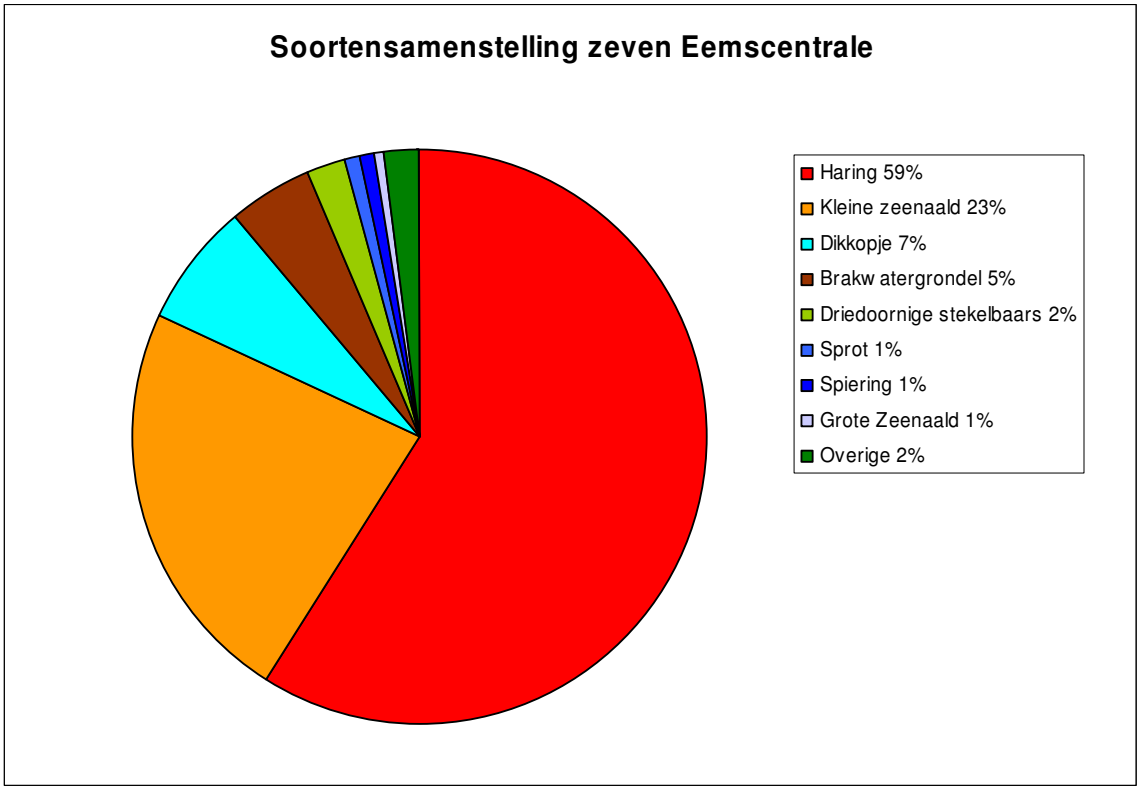
"0" = <0,5 exemplaren per uur aangetroffen
"-" = niet aangetroffen

Tabel 5.4 Gemiddelde zeefvangst (N/uur en N/etmaal) van de Eemscentrale gedurende verschillende perioden.

Periode	Totaal	0+	>0+-15	16-25	26-40	>-41
Lichtperiode	5482	3619	1820	42	1	0
Donkerperiode	5908	4914	936	56	1	0
Afgaand tij	6829	5592	1177	58	2	1
Opkomend tij	5024	3099	1872	52	1	0
Gemiddeld (uur)	5720	4344	1325	50	1	0
Gemiddeld (etmaal)	137291	104256	31801	1203	26	5

"0" = <0,5 exemplaren per uur aangetroffen
"-" = niet aangetroffen

In figuur 5.1 is de soortensamenstelling van de totale vangst (aantals-%) gegeven over de gehele onderzoeksperiode. Een gedetailleerd overzicht van de soortensamenstelling is gegeven in bijlage 8. Haring en kleine zeenaald domineren dit bestand.



Figuur 5.1 Soortensamenstelling alle vissoorten (aantals-%) op de zeven van de Eemscentrale

5.3. Bemonstering onttrekkingsgebied

Het onttrekkingsgebied is bemonsterd met een ankerkuil en boomkor. Voor de berekeningen van het bestand in het onttrekkingsgebied zijn de resultaten van de boomkor en de ankerkuil gecombineerd. In tabel 5.5 wordt de bestandschatting in aantal per hectare gegeven gedurende verschillende perioden. In tabel 5.6 zijn deze gegevens omgezet in kilogram per hectare. In bijlage 6 worden de bestandschattingen per vissoort in aantal en kilogram per hectare gegeven voor de verschillende vissoorten.

De resultaten van de bemonsteringen in het onttrekkingsgebied geven vrijwel eenzelfde soortensamenstelling als bij de bemonsteringen van de zeven. Opvallende soorten die tijdens deze bemonsteringen zijn aangetroffen zijn de smelt, zeeforel en rivierprik.

Tabel 5.5 Schatting van het bestand (N/ha) in het onttrekkingsgebied voor de koelwaterinlaat van de Eemscentrale

	Totaal	0+	>0+-15	16-25	26-40	>-41
Opkomend tij	440	204	216	19	0	0
Afgaand tij	1.122	624	459	38	1	-
Lichtperiode	1.036	594	415	26	1	0
Donkerperiode	679	321	316	41	0	-
Gemiddeld	795	423	342	29	1	0

"0" = <0,5 exemplaren per uur aangetroffen
"-" = niet aangetroffen

Tabel 5.6 Schatting van het bestand (kg/ha) in het onttrekkingsgebied voor de koelwaterinlaat van de Eemscentrale

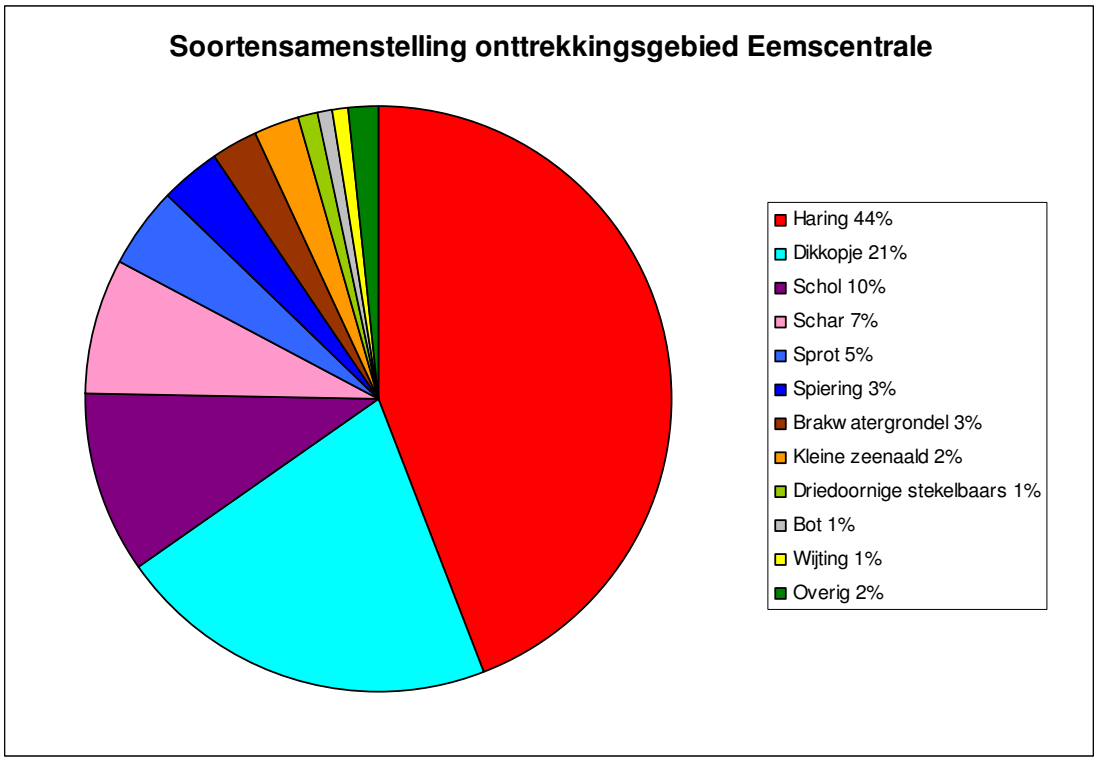
	Totaal	0+	>0+-15	16-25	26-40	>-41
Opkomend tij	2,1	0,1	0,8	1,2	0,0	0,0
Afgaand tij	5,7	1,1	2,5	2,0	0,1	-
Lichtperiode	4,3	0,8	2,0	1,4	0,1	0,0
Donkerperiode	4,8	0,8	1,7	2,2	0,1	-
Gemiddeld	4,0	0,6	1,7	1,6	0,1	0,0

"0" = <0,5 exemplaren per uur aangetroffen
"-" = niet aangetroffen

In het onttrekkingsgebied zijn 31 vissoorten aangetroffen. De raming van het totale bestand in het onttrekkingsgebied (150 ha) wordt in de onderzoeksperiode van 1 september t/m 31 december 2007 geschat op gemiddeld 597 kg vis en ruim 119.000 exemplaren. Gesteld kan worden dat met een gemiddeld berekend visbestand van ca 4 kg/ha sprake is van een zeer lage dichtheid. Dit laat dan ook ruimte voor de veronderstelling dat het bestand op deze wijze onderschat is.

Vooral uit tabel 5.5, en in mindere mate uit tabel 5.6, blijkt dat er een behoorlijk verschil is in de totale hoeveelheden gevangen vis tijdens de licht- en donkerperiode en op- en afgaand tij. Deze tendens is echter niet statisch te onderbouwen door de grote spreiding in de dataset. In de lichtperiode is op basis van aantallen duidelijk meer vis gevangen dan in het donker. Ook was de vangst bij afgaand tij duidelijk hoger dan met opkomend tij. Statistisch gezien zijn deze verschillen echter niet significant. Alleen voor brakwatergrondel en dikkopje is aantoonbaar dat tijdens afgaand tij een hogere biomassa wordt ingezogen dan tijdens opkomend tij. deze soort in de donkerperiode significant meer ingezogen is ($P_{biomassa}$=0,012 en P_{aantal}=0,011). Dit geldt niet voor alle lengteklassen. In bijlage 11 zijn alle statistische berekeningen opgenomen.

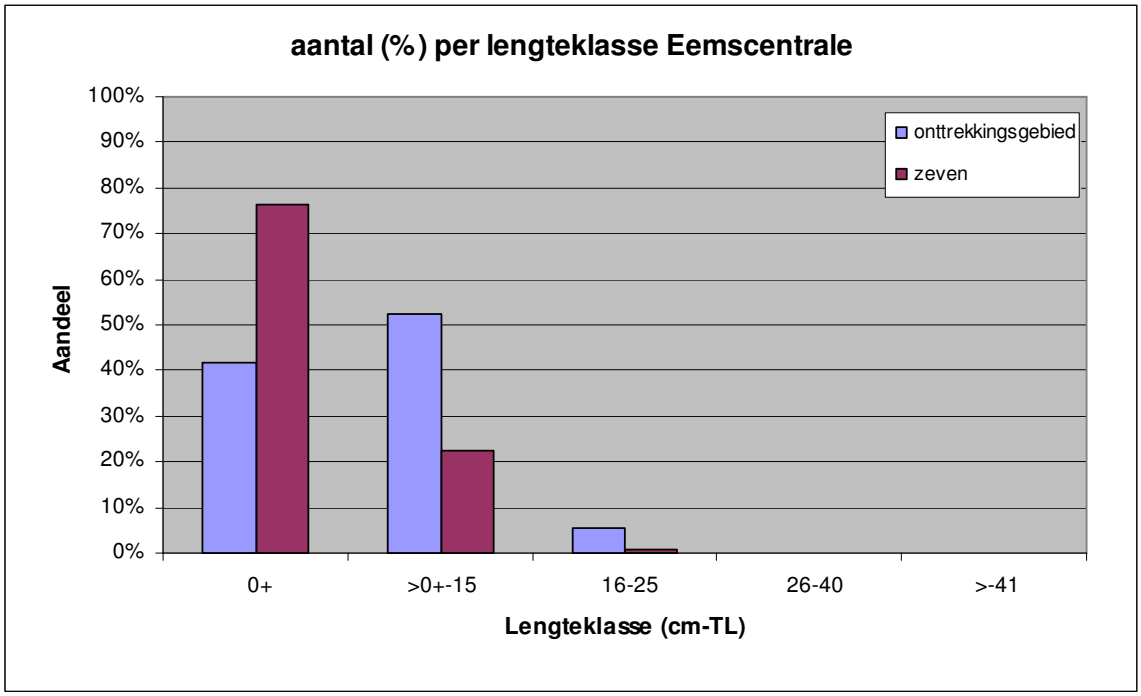
In figuur 5.2 is de soortensamenstelling van de totale vangst (aantals-%) gegeven over de gehele onderzoeksperiode voor het onttrekkingsgebied. Een gedetailleerd overzicht van de soortsamenstelling is gegeven in bijlage 8. Haring vormt bijna de helft van het bestand.



Figuur 5.2 De gemiddelde soortensamenstelling (aantals-%) van de aangetroffen vis in het onttrekkingsgebied voor de Eemscentrale

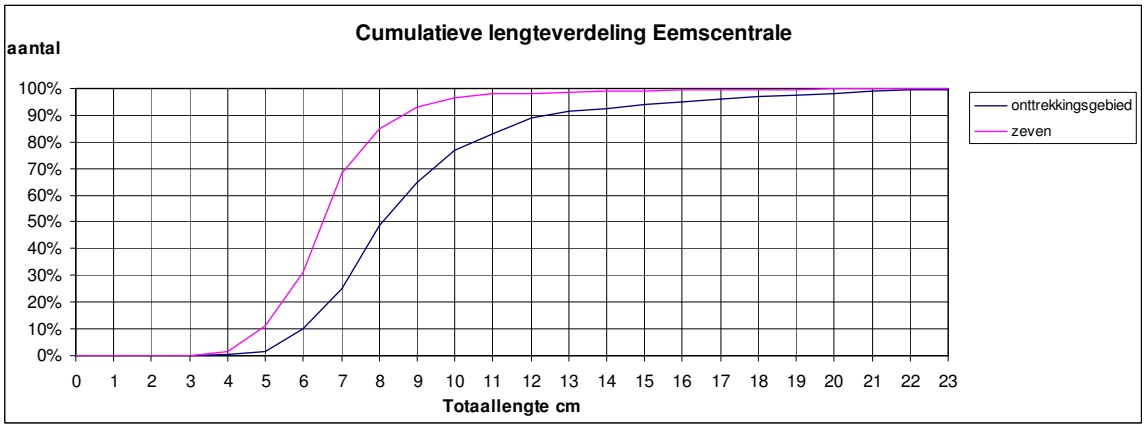
5.4. Vergelijking van de ingezogen vis met de aanwezige vis in het onttrekkingsgebied

In figuur 5.3 is de verdeling in lengteklassen weergegeven voor zowel de zeven als voor het onttrekkingsgebied. Op de zeven wordt de grootste hoeveelheid aan 0+ vis aangetroffen. De lengteklasse >0+ tot 15 cm wordt ten opzichte van de ingezogen vis meer in het onttrekkingsgebied waargenomen. Grote vis wordt zowel in het onttrekkingsgebied als op de zeven nauwelijks aangetroffen.



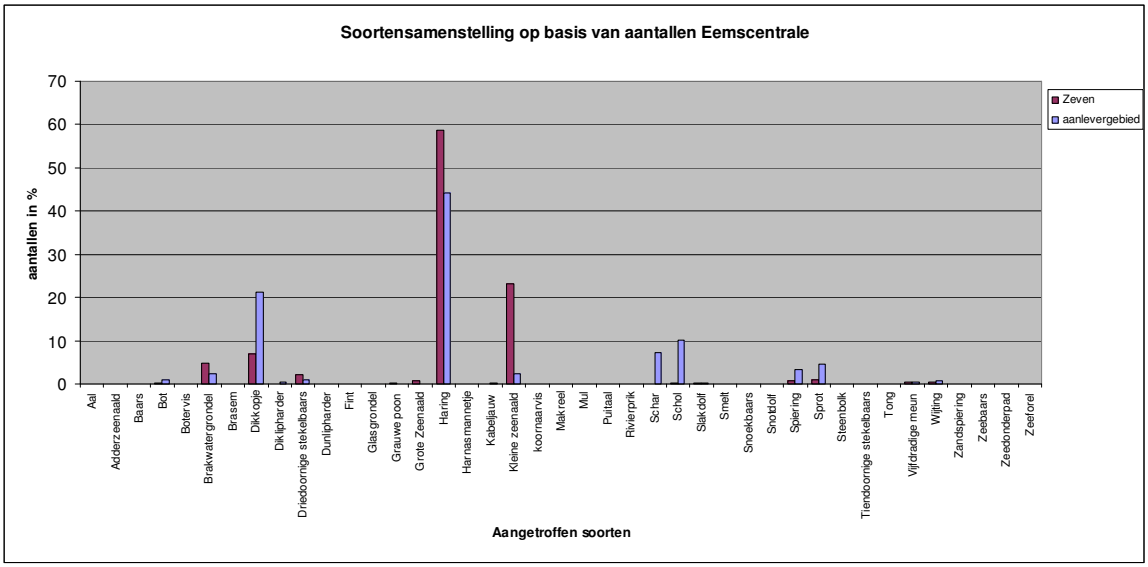
Figuur 5.3 Verdeling van de visvangst van het onttrekkingsgebied ten opzichte van de ingezogen vissen

In figuur 5.4 is de cumulatieve lengteverdeling van de gevangen vis weergegeven. Uit deze figuur blijkt dat vis tot een lengte van ±12 cm gevoelig is voor inzuiging. In bijlage 10c zijn per soort de lengtefrequentie verdelingen van zowel de zeefvangsten als de vangsten in het onttrekkingsgebied grafisch gegeven.



Figuur 5.4 De cumulatieve lengteverdeling van de ingezogen vis ten opzichte van het onttrekkingsgebied

In figuur 5.5 is de soortensamenstelling (aantals-%) van de totale vangst gegeven zoals aangetroffen op de zeven en in het onttrekkingsgebied. De meest voorkomende soorten zijn haring en dikkopjes. Deze soorten zijn zowel op de zeven als in het onttrekkingsgebied in grote hoeveelheden aangetroffen.



Figuur 5.5 Soortensamenstelling (aantals-%) op de zeven ten opzichte van in het onttrekkingsgebied

5.5. Effect op het onttrekkingsgebied

Voor de berekening zijn de aantallen ingezogen vis van de EC20-eenheid geëxtrapoleerd naar de gehele centrale.

Tabel 5.7 Aantal dagen, op basis van aantallen, waarin het visbestand (per lengteklasse, per soort) uit het onttrekkingsgebied is ingezogen.

Vissoort	Gemiddeld	0+	>0+-15	16-25	26-40	>-41
Brasem	-	z	-	-	-	-
Baars	-	z	z	-	-	-
Snoekbaars	-	-	-	z	-	-
Tiendoornige stekelbaars	-	z	-	-	-	-
Driedoornige stekelbaars	0	z	0	-	-	-
Fint	7	a	7	5	5	-
Aal	0	-	-	z	a	z
Rivierprik	6	-	a	z	37	-
Spiering	4	2	3	5	z	-
Zeeforel	1	-	-	-	-	1
Dunlipharder	2	-	1	a	-	-
Bot	7	5	10	6	12	-
Botervis	-	-	z	z	-	-
Brakwatergrondel	0	0	1	-	-	-
Dikkopje	3	2	4	-	-	-
Glasgrondel	-	a	-	-	-	-
Grote Zeenaald	-	z	z	-	-	-
Harnasmannetje	3	z	5	z	-	-
Kleine zeenaald	0	0	0	z	-	-
Puitaal	-	-	z	z	-	-
Slakdolf	1	0	1	-	-	-
Zandspiering	1	-	1	3	-	-
Zeedonderpad	1	0	1	2	-	-
Adderzeenaald	-	-	-	-	z	z
Mul	-	-	-	-	z	-
Makreel	-	-	-	-	z	-
Smelt	-	-	-	-	a	-
Haring	1	0	4	2	a	-
Kabeljauw	2	12	0	2	2	z
koornaarvis	1	-	1	-	-	-
Schar	87	194	7	5	3	-
Schol	67	84	45	162	-	-
Steenbolk	1	1	1	z	-	-
Wijting	1	0	0	4	3	-
Tong	2	0	7	z	-	-
Zeebaars	2	2	5	1	a	-
Diklipharder	14	-	7	33	-	a
Grauwe poon	0	0	-	-	-	-
Snotdolf	-	a	a	-	-	-
Sprot	5	0	18	-	-	-
Vijfdradige meun	1	z	1	1	-	-
Totaalbestand	1	1	2	4	3	0

"-" : Geen mogelijkheid tot vergelijking i.v.m. het ontbreken van gegevens.
"z": is alleen op de zeven aangetroffen
"a" :is alleen in het onttrekkingsgebied aangetroffen

Uit tabel 5.7 blijkt dat het totale bestand in het onttrekkingsgebied (150 ha) in slechts één dag wordt ingezogen. De gevoeligheid voor inzuiging blijkt minder lengte afhankelijk te zijn dan bij de overige twee locaties. Dit komt waarschijnlijk door de hogere inzuigsnelheid bij de Eems-centrale (gem. 0,70 m/s t.o.v. gem. 0,23 (Shell Moerdijk) en 0,30 m/s (EON-centrale)). Tevens moet worden opgemerkt dat het bestand in het onttrekkingsgebied naar alle waarschijnlijkheid onderschat is, omdat aangenomen is dat het rendement van de ankerkuil 100% is. In hoofd-

stuk 6 worden de gegevens uit tabel 5.7 nader bekeken (paragraaf 6.3). Schol en schar worden gezien de hogere cijfers minder snel ingezogen. Deze twee soorten zijn nauwelijks op de zeven aangetroffen. Statistisch zijn door het geringe aantal individuen geen uitspraken te doen over de mogelijke verschillen per soort of lengteklasse. De statistische berekeningen zijn in bijlage11 opgenomen.

6. DISCUSSIE

6.1. Samenvatting uitvoering en resultaten

6.1.1. EON-centrale

De bemonstering van de zeven bij de EON-centrale ging eenvoudig door onder elke van de acht uitstroomopening een net te hangen. Het opvangen van vislarven gaat op deze locatie vrij lastig en is alleen uitvoerbaar vanuit een boot. Het is niet goed mogelijk netten in de inlaten te hangen. Wel is het mogelijk een net voor de inlaten aan te brengen. Om kwantitatief inzicht te verkrijgen in het aantal vislarven is het nodig een debietmeter in de opening van het net aan te brengen. Bemonstering van de uitlaat is technisch niet mogelijk bij deze locatie en niet zinvol, omdat het visbroed door ingebouwde mosselzeven uit het systeem gefilterd wordt.

Bemonstering van de visstand in het onttrekkingsgebied is bij deze centrale lastig vanwege beperkingen in de vergunning, het heldere en diepe water en de aanwezigheid van zeer veel oesters op de bodem. Toch is het mogelijk gebleken een indruk van de aanwezige visstand te verkrijgen. Alleen de zeer kleine vissoorten zoals glasgrondels en kleine zeenaalden zijn niet optimaal bemonsterd omdat de maaswijdtes in de toegepaste vangtuigen te groot waren. Het lijkt er echter niet op dat er veel vis in de haven aanwezig is. Gemiddeld wordt het bestand geschat op nog geen 10 kg/ha. Een normale bestandsomvang in een Nederlands binnenwater ligt een factor 10 tot 20 hoger. Bij eerdere opnames in de Rotterdamse havens in samenwerking met KEMA (KEMA,2000) werd in een vergelijkbaar habitat van de Chemiehaven een vergelijkbaar bestand aangetroffen van 13,5 kg/ha in augustus en 19,2 kg/ha in november. Het lage visbestand is mogelijk het gevolg van een aantal onaantrekkelijke omgevingsfactoren, zoals bijvoorbeeld de helderheid van het water en de vaak slechte gesteldheid van de bodem (stinkende zuurstofloze slibbodem).

In de onderzoeksperiode september – december is in totaal 446 kilogram vis ingezogen, hetgeen overeenkomt met ruim een half miljoen exemplaren. Het ingezogen bestand bestaat voornamelijk uit zeer kleine individuen van diverse grondelsoorten (ca. 5 cm) en kleine zeenaalden. De hoeveelheid ingezogen vis is derhalve beperkt hetgeen te maken heeft met het geringe aanbod van vis.

6.1.2. Shell Moerdijk

Het bemonsteren van de zeven ging eenvoudig door aan de uitlaatgoot van het spoelwater een passend gemaakt opvangnet te hangen. Hiermee werd het afspoelsel (debris) van alle 6 zeven opgevangen. Het opvangen van vislarven voor de inlaat is technisch geen enkel probleem mits dit vanuit een boot uitgevoerd zou worden. Dit is om redenen van veiligheid niet toegestaan. Door de technische dienst van Shell Moerdijk is veel inspanning gepleegd een oplossing te realiseren om veilig bij de inlaat te kunnen werken maar het heeft niet geleid tot een werkende constructie. De verwachting is wel dat met enige voorbereidingstijd er een oplossing te creëren is.

Bij één van de twee uitlaten kan heel eenvoudig een larvennet opgehangen worden. Dit is eenmalig uitgevoerd om de overleving van eventuele jonge vis en glasaal die door de roosters gespoeld zijn, vast te stellen. Er werd geen vis aangetroffen. Bij een eventueel vervolgonderzoek in het voorjaar dient vaker een larvennet geplaatst te worden. De verwachting is dat de organismen welke door het koelwatersysteem worden geleid niet allemaal zullen overleven door onder andere de grote temperatuursprong tijdens het proces (Kerkum, et al., 2004).

De bemonstering van het onttrekkingsgebied heeft nauwelijks problemen opgeleverd. Er is gemonsterd met een stortkuil zoals beschreven in het STOWA-handboek Visstandbemonstering. Afwijkend is de bemonstering van de vis in de oeverzone. Door de overslag van chemi-

sche en brandbare stoffen van- en naar schepen is toepassing van elektrovisserij niet toegestaan. Gezien de aard van de oevers: steenstort met bitumen, wordt niet verwacht dat er veel vis in de oeverzone verblijft. Dit is zekerheidshalve gecontroleerd door het uitzetten van enkele schietfuiken nabij de inlaat. Bij een eventueel vervolg kan dit onderdeel achterwege blijven, omdat de schietfuikgegevens weinig toevoegen aan de bemonstering van het onttrekkingsgebied. De visstand in het onttrekkingsgebied is gemiddeld op 117 kg/ha berekend, hetgeen een normale omvang van een visbestand is in een Nederlands binnenwater. Het bestand bestaat nagenoeg geheel uit grote exemplaren. Dit heeft naar alle waarschijnlijkheid te maken met de periode in het jaar waarin de bemonsteringen zijn uitgevoerd. Vanaf half september gaat kleine vis (<15cm) naar overwinteringsplekken in havens en/of zijwateren. Vanaf maart/april keren ze weer terug naar het open water. Bemonstering in het vervolgonderzoek zal hier meer duidelijkheid over geven.

Gerekend over de hele onderzoeksperiode van 1 september t/m 31 december is slechts 45 kilogram vis ingezogen. Deze vis bestaat nagenoeg uitsluitend uit exemplaren tot 8 cm. Op basis van de berekende bestanden blijkt een groot deel van de aanwezige vis in het onttrekkingsgebied ingezogen te worden. Op basis van dit inzuigingspercentage is te verwachten dat de hoeveelheid vis op de zeven sterk toeneemt in de periodes van het jaar waarin veel jonge vis aanwezig is in het onttrekkingsgebied. Deze verwachting komt ook overeen met de waarnemingen van personeel van de fabriek.

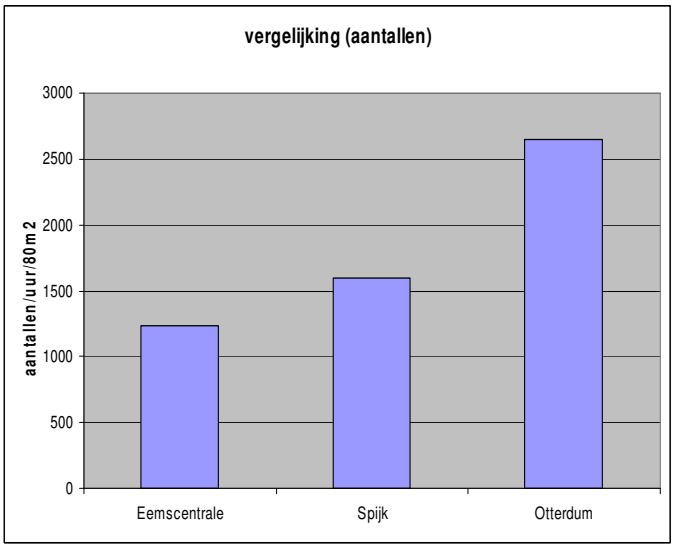
6.1.3. Eemscentrale

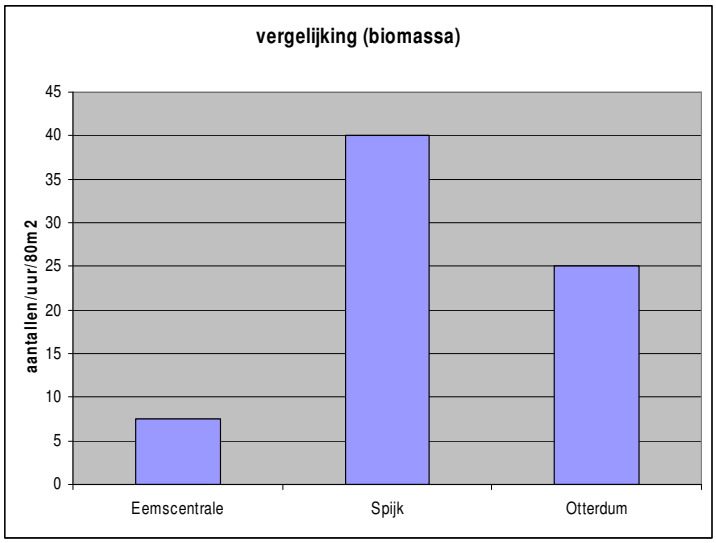
De bemonstering van de zeven was bij één eenheid (EC20) goed uitvoerbaar. Er is een speciaal opvangnet gemaakt dat in de afvoergoot bevestigd werd. Vanwege de grote hoeveelheden vis en vuil moest dit net zeer regelmatig geleegd worden. Na enkele pogingen en aanpassingen is het mogelijk gebleken met een larvennet in het inlaatkanaal te vissen. Dit is van belang bij een voortzetting van het onderzoek in het voorjaar zodat ingezogen glasaal en visbroed die de roosters kunnen passeren opgevangen worden. Tijdens de workshop ontstond discussie over de wel of niet homogene verspreiding van vis in het inlaatkanaal en de daarmee verband houdende representativiteit van de EC20 eenheid . In het vervolgonderzoek in het voorjaar van 2008 zal daarom een aantal malen de 5 STEG eenheid bemonsterd worden, zodat eventuele verschillen doorgerekend kunnen worden.

Voor het verkrijgen van een goed inzicht in de omvang en samenstelling van de visstand in het onttrekkingsgebied volstaan de gebruikelijke methodes uit het STOWA-handboek niet. De inlaat is gelegen aan de rand van een brede en diepe geul waar veel getijdenstroming staat. Vissen met kuil of zegen is daar niet mogelijk. Met een boomkor kan hier wel gevist worden maar dat levert voornamelijk inzicht in de hoeveelheid bodem (benthische) vis. In dit gebied komt daarnaast veel pelagische vis voor zoals haring, sprot en spiering. Besloten is aan te sluiten bij de gebruikelijke bemonsteringsmethode voor dit gebied (DFS en KRW monitoring), de ankerkuil. Bij deze methode wordt geen informatie verkregen van het visbestand per oppervlakte-eenheid. In tegenstelling tot de ankerkuil de boomkor uitgaat van een visbestand per oppervlakte eenheid wat de interpretatie van de resultaten lastiger maakt. Daarbij komt dat er van het vangtuig geen vangstrendement bekend is omdat de vangst afhankelijk is van het gedrag van de vis, immers er wordt alleen vis gevangen die zich met de waterstroom mee laat voeren. De bemonstering is technisch redelijk goed verlopen maar wel werd hinder ondervonden van obstakels op de bodem waardoor meerdere keren schade aan de netten optrad.

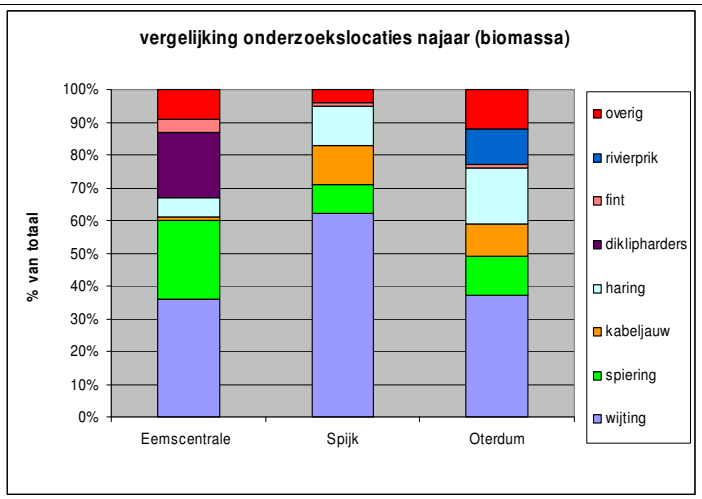
De gegevens van de ankerkuilbemonsteringen in het onttrekkingsgebied zijn vergeleken met de resultaten van de bemonstering van de Eems-Dollard door Bioconsult (Scholle, et al 2007). Bioconsult heeft in oktober 2007 op 3 locaties bemonsterd met behulp van een identieke ankerkuil. Voor de vergelijking is de locatie Spijk en Oterdum gekozen, omdat deze locaties qua

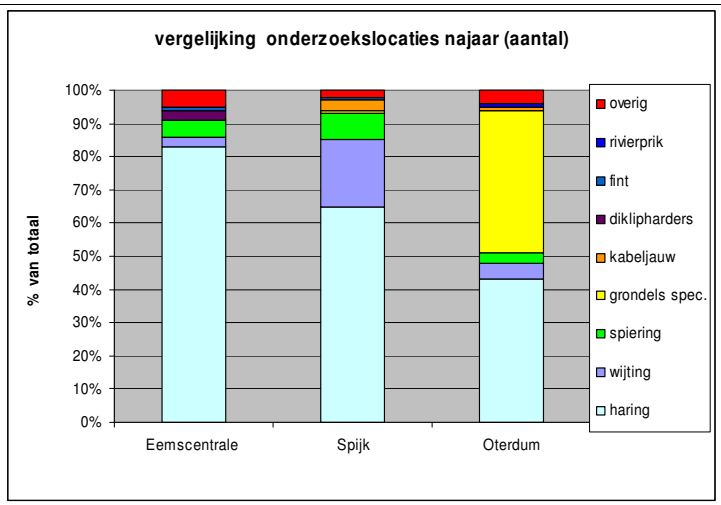
ligging en zoutgehalte het meest overeen komen met de locatie Eemscentrale. In figuur 1a t/m 1d zijn de vergelijkingen van de vangsten gegeven.
Op de locatie Eemscentrale zijn in totaal 32 vissoorten aangetroffen ten opzichte van 25 soorten tezamen op de locatie Spijk en Oterdum. Het visbestand uitgedrukt in aantallen dat per uur door een oppervlak van 80m^2 verticaal nat oppervlak stroomt (eenheden die gebruikt worden door Bioconsult) is vergelijkbaar met de locatie Spijk. Het visbestand op basis van aantallen op de locatie Oterdum ligt beduidend hoger dan de overige locaties, omdat er grote hoeveelheden grondels op deze locatie gevangen zijn. De verschillen in vangsten op basis van biomassa zijn op de verschillende locaties vrij groot. Dit is het gevolg van de grotere hoeveelheden wijting en kabeljauw die op de locaties Spijk en Oterdum gevangen zijn.





Figuur 1a en 1b vergelijking visbestanden in biomassa- en aantallen/uur/80m^2





Figuur 1c en 1d vergelijking soortsamenstelling op basis van biomassa en aantallen.

Geconcludeerd kan worden dat op de plaats van de inlaat van de Eemscentrale geen oneven-redig hoge visconcentratie aanwezig is, mogelijk iets minder dan elders in het gebied.

Op de zeven is veel vis aangetroffen. Gemiddeld wordt per etmaal totaal (EC20 + STEG-eenheden) bijna 190 kilogram vis ingezogen. Voor de totale onderzoeksperiode (1 september t/m 31 december 2007) komt dat uit op ruim 17 ton vis oftewel 12,6 miljoen individuen.

6.2. Toegepaste methodiek

Aanpak

Om de resultaten uit dit onderzoek te kunnen vergelijken met resultaten uit eerdere onderzoeken is dezelfde werkwijze gehanteerd bij de impingement bepaling. In tabel 6.3 zijn de resultaten van de verschillende onderzoeken in aantallen/jaar gegeven. (EON-centrale: KEMA, 1979; Eemscentrale: Jager, 1992; Hadderingh *et al.*,1997 en Hadderingh & Jager, 2002). Bij eerdere onderzoeken naar effecten van koelwaterinname werd doorgaans volstaan met het bepalen van het impingement. Er zijn slechts enkele onderzoeken uit het verleden bekend waarbij de resultaten in perspectief geplaatst zijn door een vergelijking te maken met de lokale vispopulatie (Jager, 1992; Hadderingh *et al.*, 1997 en Kampen, 2007). Om de effecten van de koelwaterinname op de lokale vispopulatie vast te kunnen stellen is voor dit onderzoek getracht een beeld te krijgen van de lokale vispopulatie. De bemonstering van de visstand richtte zich op de gehele visstand; alle soorten en lengteklassen. Gezien de resultaten van dit onderzoek, waaruit blijkt dat bij de EON-centrale en Shell Moerdijk voornamelijk kleinere vis (0+-<15 cm) kwetsbaar is voor inzuiging, kan in het vervolg volstaan worden met een toegespitste monitoring op dit deel van de visstand. Door de hogere inzuigsnelheid (0,70 m/s t.o.v. 0,23 (Shell Moerdijk) en 0,30 m/s (EON-centrale)) van de Eemscentrale is de kans op inzuiging minder lengteafhankelijk (zie tabel 5.7). De precieze grens waarbij vis niet kwetsbaar meer is voor inzuiging is bij de Eemscentrale door de geringe aantallen moeilijk vast te stellen. Het verdient daarom aanbeveling op deze locatie wel alle lengteklassen te blijven bemonsteren.

Samenvattend kan gesteld worden dat het op alle locaties mogelijk is geweest een redelijke indruk van het aanwezige visbestand te verkrijgen. Bij alle locaties zijn er wel soorten die minder goed in beeld zijn gekomen. Verder moet opgemerkt worden dat de bemonstering gericht was op de locale vispopulatie en niet op eventueel langstrekkende (migrerende) vis, zoals bijvoorbeeld de driedoornige stekelbaars en rivierprik.

Tijdstip

Het onderzoek werd uitgevoerd in het najaar. Alle vis heeft in het najaar al minimaal 1 groeiperiode gehad. Door deze groei is de vis minder kwetsbaar voor inzuiging. Voor het binnenwater (Shell Moerdijk) geldt bovendien dat de jonge vis al naar winterrustgebieden getrokken is. Het is dan ook niet reëel om de resultaten van deze 3 maanden onderzoek te extrapoleren naar het hele jaar. Naar verwachting is de inzuiging in de periode mei – juli voor veel soorten het hoogst. Voor soorten als driedoornige stekelbaars en glasaal wordt de piek in maart–april verwacht. Voortzetting van het onderzoek dient dan gericht te zijn op kleinere jaarklassen (0+-<15cm). Dit vergt voor de bemonstering van het onttrekkingsgebied wel een aanpassing van de systematiek, omdat visbroed niet met de thans gebruikte methoden goed te bemonsteren is. Een fijnmazige broedkuil lijkt een meer geschikt vangtuig. Met dit vangtuig is tijdens vele andere onderzoeken voldoende ervaring opgedaan Bij onder andere broedbemonsteringen op het Haringvliet in de kribvakken op de Waal.

Intensiteit

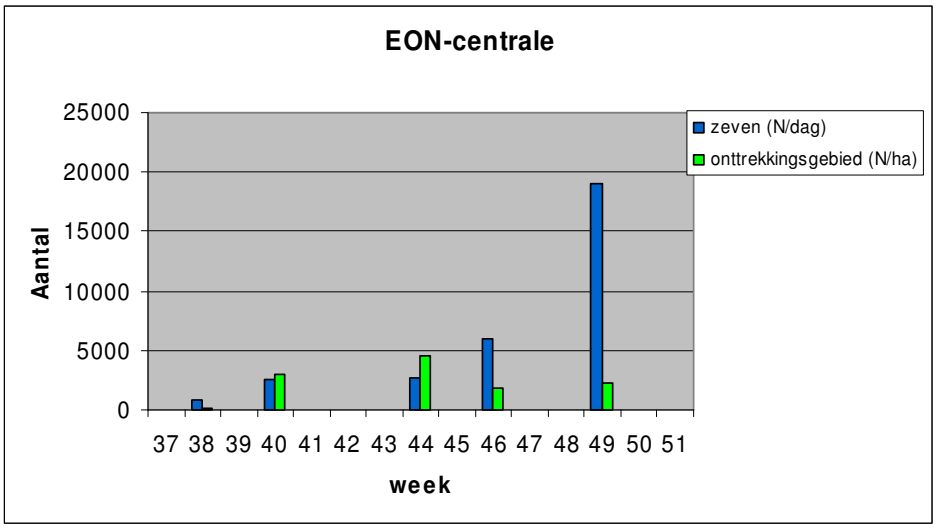
Elke locatie is in de onderzoeksperiode 5 keer bemonsterd. Statistisch gezien is dit een minimaal aantal waarnemingen dat nodig is om uitspraken te kunnen doen. Wanneer gekeken wordt naar de verschillen in tijd dan zal de monitoring frequenter plaats moeten vinden. In tabel 6.1 en figuur 6.1 is een overzicht van de totale vangst per 24 uur bemonstering van de zeven en het geraamde visbestand in kg/ha per keer gegeven. Dit geeft een indruk van de verschillen per bemonstering.

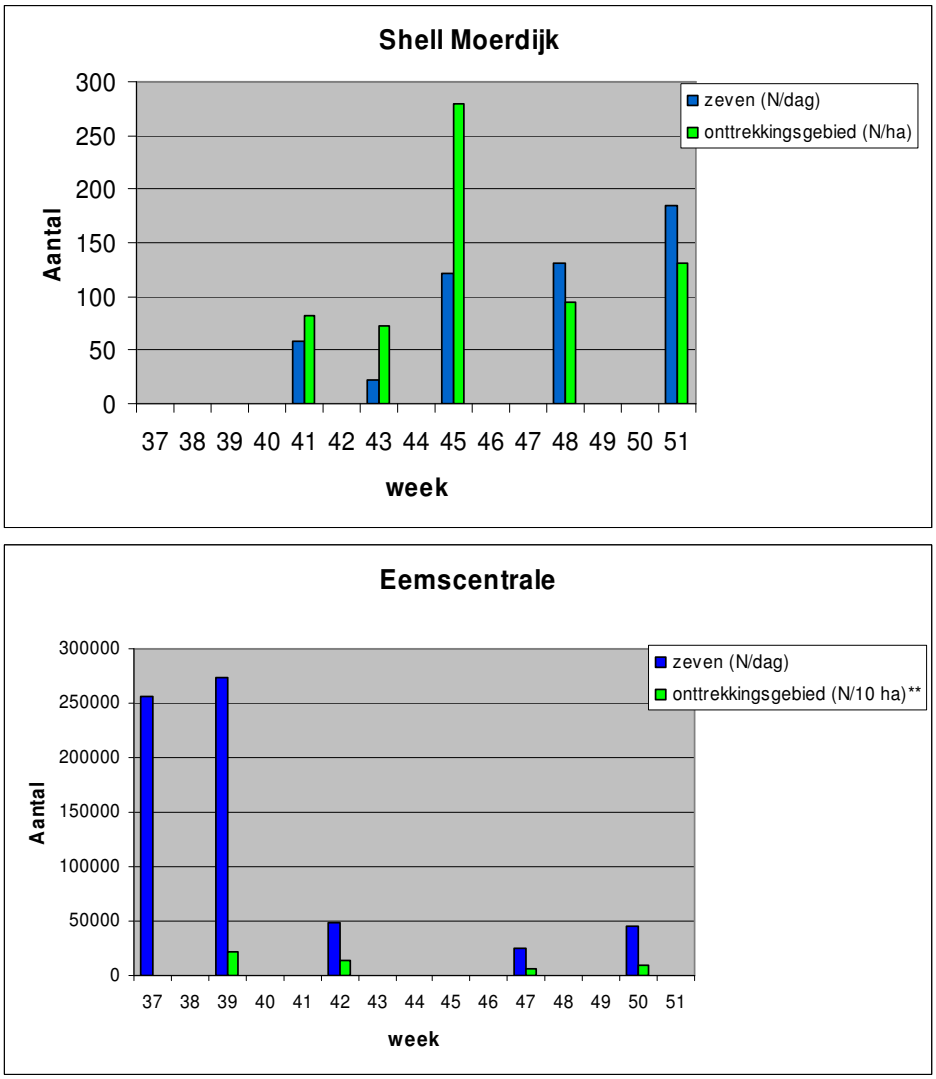
Tabel 6.1 Vangsten per week op de zeven en in het onttrekkingsgebied

	Locatie					
	EON-centrale		Shell Moerdijk		Eemscentrale	
Week nummer	zeven (kg/dag)	aanlevergebied (kg/ha)	zeven (kg/dag)	aanlevergebied (kg/ha)	zeven (kg/dag)	aanlevergebied (kg/ha)*
37					194,31	x
38	1,63	1,84				
39					270,03	8,19
40	2,15	8,23				
41			0,35	48,42		
42					249,27	8,61
43			0,03	48,41		
44	0,37	12,15				
45			1,22	322,27		
46	4,41	11,89				
47					55,80	2,58
48			0,38	71,43		
49	14,86	7,31				
50					196,46	5,81
51			0,45	94,62		

	Locatie					
	EON-centrale		Shell Moerdijk		Eemscentrale	
Week nummer	zeven (N/dag)	aanlevergebied (N/ha)	zeven (N/dag)	aanlevergebied (N/ha)	zeven (N/dag)	aanlevergebied (N/ha)**
37					256118	x
38	851	106				
39					273540	2208
40	2566	3051				
41			59	82		
42					47693	1470
43			22	72		
44	2652	4491				
45			121	280		
46	6008	1879				
47					24828	659
48			131	94		
49	19091	2284				
50					45146	953
51			184	132		

* Bepaald door pelagisch (kg/10000m3) te vermenigvuldigen met gemiddelde waterdiepte (10m) en dit op te tellen bij kg/ha bentisch
Door de N/1000m3 te vermenigvuldigen met de waterdiepte ontstaat een gewicht per ha wat bij het bentisch bestand (in kg/ha) kan worden opgeteld
**Bepaald door pelagisch (N/10000m3) te vermenigvuldigen met gemiddelde waterdiepte (10m) en dit op te tellen bij kg/ha bentisch
Door de N/1000m3 te vermenigvuldigen met de waterdiepte ontstaat een aantal per ha wat bij het bentisch bestand (in N/ha) kan worden opgeteld





Figuur 6.1: de gemiddelde vangst per etmaal op de zeven en bestand per hectare in het open water in de verschillende monsterweken

De spreiding tussen de vangstgegevens is in de tijd vrij groot. Op de locatie van de EON-centrale neemt de vangst op de zeven in de loop der tijd toe, terwijl de vangsten in het onttrekkingsgebied vrijwel gelijk blijven. Het geringe bestand van de eerste bemonstering wordt veroorzaakt doordat toen niet met de boomkor is gevist. Ook bij Shell Moerdijk is vanaf de start van het onderzoek een lichte stijging in het aantal zeefvangsten. In week 45 is op de locatie een grote uitschieter te zien bij de biomassa van het bestand in het onttrekkingsgebied. In alle kuiltrekken werd toen duidelijk meer vis gevangen. Bij de Eemscentrale is bij de eerste 2 bemonsteringen duidelijk meer vis op de zeven aangetroffen. De grote aantallen kleine zeenaalden die vooral in het begin van het onderzoek werden aangetroffen zijn hier de oorzaak van. De variatie in vangsten in het open water was gering.

6.3. Zijn er aanwijzingen voor (significant) effect binnen het onttrekkingsgebied?

In tabel 6.2 is een overzicht gegeven van de aantallen vis die per etmaal ingezogen worden en het aantal vissen per lengtegroep dat per 100 ha (fictief) onttrekkingsgebied aanwezig is. Vervolgens is berekend hoeveel dagen het duurt voordat alle vis uit dit onttrekkingsgebied ingezogen zijn. Grotere vis wordt nauwelijks ingezogen en is om die reden uit het overzicht weggelaten. Bij de berekeningen is ervan uitgegaan dat het onttrekkingsgebied een gesloten systeem is. Er is dus geen rekening gehouden met factoren zoals onder andere migratie en natuurlijke sterfte. De gegevens uit tabel 6.2 geven daardoor alleen een indruk over de mogelijke effecten die optreden door de onttrekking van koelwater en zijn niet bedoeld als representant van de werkelijke situatie (zie par. 2.6).

Tabel 6.2: Overzicht van de omvang van het ingezogen bestand en het visaanbod in het onttrekkingsgebied (100ha) en het aantal dagen waarin het totale visbestand van het onttrekkingsgebied wordt ingezogen.

Locatie	etmaal zeefvangst		zeefvangst/1.000m3		N/100 ha aanlevergebied		dagen wegzuiging	
	0+	>0+-15	0+	>0+-15	0+	>0+-15	0+	>0+-15
EON-centrale	5077	1181	1,94	0,45	119963	143033	24	121
Shell Moerdijk	94	7	0,05	0,00	1456	512	15	75
Eemscentrale	104256	31799	67,03	20,43	42266	34232	0,4	1,1

Uit tabel 6.2 is af te lezen dat op basis van de verzamelde informatie er een aanzienlijk verschil is in effect op de locaal aanwezige populaties. De volgende dingen vallen op:

- Kleine eerstejaarsvis (0+) is aanzienlijk gevoeliger voor inzuiging dan oudere vis (>0+-15 cm). De lokale kans/risico is gezien de resultaten lengte- en daardoor ook soortafhankelijk. Driedoornige stekelbaars is door een geringe maximale lengte van circa 7 centimeter zijn gehele levensstadium gevoelig voor inzuiging.
- Bij de EON-centrale en bij Shell Moerdijk ligt het effect in dezelfde orde van grootte. Na respectievelijk 15 en 24 dagen zou alle 0+-vis uit een onttrekkingsgebied van 100 ha ingezogen zijn. Voor de oudere vissen (>0+-15 cm) is dat 75 en 121 dagen. Bij de Eemscentrale wordt berekend dat het aanwezige visbestand binnen een etmaal (0+) tot ruim 1 etmaal (>0+-15cm) wordt ingezogen. Dit zou betekenen dat deze centrale een aanzienlijk effect zou kunnen hebben op het locale visbestand. Toch dient hier een nuancering aangebracht te worden. Zoals aangegeven is het moeilijk een volledig beeld van de aanwezige visstand in dit gebied te verkrijgen. Met de toegepaste methodiek is het visbestand berekend op ruim 4 kg/ha, hetgeen een niet verklaarbaar laag bestand is. Het is goed denkbaar dat het bestand een factor 5 tot 10 te laag ingeschat is. Het vangstrendement van de ankerkuil in dit onderzoek is vastgesteld op 100%, omdat het werkelijke rendement van het vangtuig niet bekend is en bovendien sterk afhankelijk is van het gedrag van de vis. Het werkelijke vangstrendement van dit vangtuig zal naar verwachting lager zijn. Daarbij komt dat met de ankerkuil in de hoofdstroom werd gevist gedurende een periode waarin de stroming maximaal was. Het is aannemelijk dat op dat moment juist veel vis een veilig heenkomen zoekt, bijvoorbeeld langs de randen van de geul of tegen de bodem. Indien aangenomen wordt dat het bestand in werkelijkheid een 10 factor hoger is, is de tijdsduur waarin het bestand ingezogen wordt ook 10 keer zolang.
- De gevoeligheid voor inzuiging verschilt per vissoort. De zwemsnelheden en maximale lengte verschillen per vissoort waardoor ook het risico voor inzuiging soortafhankelijk is. Dat is omwille van duidelijkheid niet in tabel 6.2 af te lezen maar bijvoorbeeld wel in figuur 3.5, 4.5 en 5.5.

Beschermde vissoorten
Twee van de onderzochte locaties liggen aan een Natura 2000 gebied. Dit zijn Shell Moerdijk wat grenst aan het Hollands Diep en de Eemscentrale die grenst aan de Waddenzee. Voor beide locaties zijn enkele vissoorten aangewezen als prioritaire soorten. Daarvan zijn de volgende soorten op de zeven en in het onttrekkingsgebied aangetroffen:

Shell Moerdijk	rivierprik (28 stuks ingezogen)
Eemscentrale	rivierprik, fint (41en 73 stuks ingezogen)

Vooral rivierprikken komen niet in grote dichtheden voor en verblijven naar verwachting slechts kort in het onttrekkingsgebied. Dit heeft tot gevolg dat deze vissoorten niet goed te bemonsteren zijn. Van rivierprik is bekend dat deze soort de laatste 2 decennia aanzienlijk in aantal toeneemt. In tabel 6.3 is een overzicht van de vangsten in verschillende fuiken in het MWTL-bemonsteringsprogramma gegeven. De vangsten zijn telkens gedurende één jaar verzameld. Niet van alle jaren zijn vangsten bekend. Fint is vooral met de ankerkuil een vrij makkelijk te bemonsteren soort. Toch zijn de fuikvangst gegevens opgenomen om een beeld te krijgen van de aanwezige hoeveelheden.

Tabel 6.3: De vangsten van rivierprik in 2 onderzoeksfuiken in het Hollands Diep en de vangst van rivierprik en fint in één fuik in Kornwernerzand in het passief MWTL bemonsteringsprogramma.

Jaar	Hollands Diep 26	Hollands Diep 27	Kornwernerzand	Kornwernerzand
	rivierprik	rivierprik	rivierprik	fint
2007				
2006				
2005			179	703
2004	31	165		
2003	511	288	583	2965
2002			221	768
2001	155	24	1300	102
2000			80	161
1999	160	333		
1998	26	1230		
1997	18	213		
1996	77	130		
1995	12	183		
1994				
1993				

Rivierprik en fint zijn soorten van bijlage II en bijlage V van de Habitat-richtlijn en bijlage III van de FF-wet. Opname in de bijlage II van de habitatrichtlijn betekent dat deze soorten beschermd worden in speciale gebieden (zoals hier het geval is) en opname in bijlage V betekend dat de soort niet verzameld mag worden, hetgeen in feite wel gebeurd op de zeven. Op name in bijlage III van de FF-wet betekent dat voldaan moet worden aan een aantal criteria om ontheffing te kunnen verkrijgen: 1) er is sprake van een in of bij de wet genoemd belang, 2) er is geen alternatief, 3) doet geen afbreuk aan gunstige staat van instandhouding van de soort. Deze drie criteria vormen de zgn. uitgebreide toets. De drie criteria staan naast elkaar en niet na elkaar (aan alle drie moet voldaan zijn). Vooral het derde criteria is van toepassing op de effecten van de inname van koelwater op de lokale vispopulaties.

Vergelijking met eerder onderzoek
Op de locaties EON- en Eemscentrale is in het verleden onderzoek gedaan naar visinname bij koelwatergebruik uit oppervlaktewater (EON-centrale: KEMA, 1979 en Ecoconsult, 2004 & 2005 (nog niet verschenen) Eemscentrale: Jager, 1992; Hadderingh et al.,1997 en Hadderingh & Jager, 2002). Op de locatie Shell Moerdijk is voor zover bekend niet eerder onderzoek

gedaan. Wel is bij de WKC moerdijk onderzoek gedaan naar de visinzuig en is tevens met behulp van sonar het visbestand in het onttrekkingsgebied bepaald. Omdat het innamepunt en het onttrekkingsgebied in een niet representatief gebied gelegen zijn is het niet zinvol om deze waarde met elkaar te vergelijken. In tabel 6.4 is een overzicht gegeven van de beschikbare gegevens.

Tabel 6.4 Vergelijking aantallen ingezogen vis van historische gegevens met huidige gegevens

Locatie	Jaar bemonstering	totaal N/1000m^3	N in 10^6/jaar	Soorten aangetroffen op zeven
EON-centrale	1979	9,74	10,16	31
	2004	0,89	1,05*	15
	2005	0,96	0,83*	20
	2007	2,41	2,29*	33**
Eemscentrale	1981/1982	x	6,2	38
	1992/1993	x	12	35
	1996/1997	30,30	18	34
EC20	2007	30,24	17,2*	39**
EC20 + 5 STEG eenheden	2007	30,24	50,1*	39**
Shell Moerdijk	2007	0,05	0,038*	20

* Etmaalgemiddelde periode 1 sep - 31 dec 2007 geextrapoleerd naar jaartotalen
** Grondels uitgezocht op soort

Uit de tabel is op te maken dat het aantal vissoorten dat op de zeven van de Eemscentrale niet veel varieert tussen de diverse onderzoeken. De aantallen ingezogen vissen van 2007 zijn vergelijkbaar met de resultaten uit het meetjaar 1996/1997 (Hadderingh et al., 1997). In tabel 6.5 zijn de gegevens van de Eemscentrale per soort uitgewerkt. De gegevens uit de andere onderzoeksjaren geven een schatting van ingezogen visbestand van de EC20 eenheid. De vangsten op de zeven van de EON-centrale zijn tijdens het onderzoek in het najaar van 2007 hoger dan die van de onderzoeken in 2004 en 2005. De gemiddelde etmaalvangsten bedroegen in dezelfde periode van de jaren 2004 en 2005 respectievelijk 2.890 en 2.265 N/etmaal. De lagere aantallen zijn het gevolg van de minder aangetroffen individuen van de verschillende grondelsoorten. De gemiddelde hoeveelheid visbiomassa die in de jaren 2004 en 2005 is aangetroffen ligt hierdoor ook een factor 3 lager dan tijdens de onderzoeksperiode in het najaar van 2007

Tabel 6.5 Schatting van het aantal ingezogen vissen (10^6 N/j) per soort in de EC20 eenheid van de Eemscentrale in 1981/82, 1992/93, 1996/97 en 2007 op basis van recente (2007) en historische meetgegevens (Hadderingh & Jager, 2002).

Soort	1981/1982	1992/1993	1996/1997	2007	2007 (EC20 + Steg eenheden)
Haring + Sprot	1,700	3,800	5,400	10,232	29,873
Driedoornige Stekelbaars	1,600	0,900	1,300	0,384	1,121
Spiering	0,700	0,300	0,600	0,127	0,372
Grondels*	0,500	2,700	9,000	2,018	5,893
Aal	0,009	0,000	0,006	0,000	0,001
Kleine Zeenaald	0,500	3,800	0,600	3,969	11,587
Schol	0,400	0,100	0,400	0,023	0,066
Bot	0,005	0,006	0,080	0,022	0,064
Tong	0,900	0,001	0,020	0,002	0,006
Schar	0,500	0,040	0,080	0,013	0,037
Botervis	0,020	0,002	0,005	0,001	0,003
Puitaal	0,020	0,003	0,010	0,001	0,002
Zeedonderpad	0,010	0,002	0,050	0,005	0,016
Harnasmannetje	0,010	0,010	0,080	0,002	0,006
Slakdolf	0,100	0,040	0,100	0,054	0,156
Kabeljauw	0,010	0,000	0,200	0,014	0,041
Vijfdradige meun	0,060	0,030	0,020	0,075	0,219
Wijting	0,100	0,020	0,010	0,067	0,195
Rivierprik	x	0,000	0,002	0,001	0,003
Fint	x	0,003	0,050	0,002	0,006
Overig	x	x	x	0,152	0,444
Totaal aantal ingezogen vissen	6,200	12,000	18,000	17,164	50,110
Totaal aantal vissoorten	38	35	34	41	41

Voor 2007 etmaalgemiddelde periode september - december vermenigvuldigd met 365 dagen
* Voor 2007 dikkopjes en brakwatergrondels bij elkaar geteld

7. TERUGKOPPELING MET DE ONDERZOEKSVRAGEN

Wat is de lokale kans/ het risico op inzuiging en geeft dit aanleiding voor nader onderzoek op populatieniveau?

De kans op inzuiging neemt sterk af bij een toenemende lengte. Vissen groter dan 15 cm zijn vrijwel ongevoelig voor inzuiging. Ook per soort verschilt de kans op inzuiging. In het onderzoek is gekeken hoeveel dagen het duurt voordat het bestand van een soort uit een fictief onttrekkingsgebied is ingezogen. Voor een gebied van 100 ha is dat tussen de 0,4 en 121 dagen. De ondergrens is waarschijnlijk te laag berekend waardoor het ergens tussen de 4 en 25 dagen duurt voor het locale 0+ visbestand uit een onttrekkingsgebied van 100 hectare ingezogen is. Voor de oudere jaarklassen tot 15 cm ligt die grens tussen de 10 en 121 dagen. Grotere vis wordt nauwelijks ingezogen. Benadrukt wordt dat dit niet wil zeggen dat het onttrekkingsgebied na deze periode (vis)leeg is. Afhankelijk van de soort vinden er over bepaalde afstanden verplaatsingen plaats. Op deze wijze worden bestanden in het onttrekkingsgebied ook weer aangevuld door vis van elders.

De absolute hoeveelheden ingezogen vis zijn voor de periode van onderzoek (september – december) voor Shell Moerdijk (45 kg) en EON-centrale (446 kg) gering. Kans op significante effecten worden met dergelijke hoeveelheden gering geacht. Voor de Eemscentrale is de totale hoeveelheid ingezogen vis berekend op 17.000 kilogram voor de EC20 eenheid en bijna 50.000 kilogram voor de gehele centrale. Deze aanzienlijk hogere hoeveelheid vis wordt veroorzaakt door een combinatie van factoren. Belangrijkste factoren zijn waarschijnlijk de hoge inzuigsnelheid en de plaats van de inlaat, juist op de rand van een diepe geul. Vis migreert voornamelijk langs randen en richels die als visuele oriëntatie gebruikt worden, zodat de inlaat als een stofzuiger fungeert. Of dit een merkbaar effect heeft op populatieniveau is gezien de “onbeperkte” omvang van het aanlevergebied (Waddenzee/Noordzee) niet aannemelijk maar effecten zijn voor soorten met een beperkte actieradius niet uit te sluiten. Verder rijst de vraag of dit maatschappelijk en ethisch wel te verantwoorden is.

Het vaststellen van de mogelijkheden tot optimalisatie van de methodiek door selectie van bepaalde soorten en/of (leeftijds)groepen.
Vastgesteld is dat er bij de Shell Moerdijk en de EON-centrale nauwelijks vis >15 cm ingezogen wordt. Onderzoek in de toekomst hoeft zich dan ook niet meer te richten op deze groep. Wat de soorten betreft kan voor bemonstering in het open water volstaan worden voor de bulksoorten. Van soorten die sporadisch voorkomen kan het effect van inzuiging op de populatie niet goed vastgesteld worden vanwege toevalsprocessen die bij lage aantallen een grote rol gaan spelen. Bij de Eemscentrale is het moeilijk om de precieze grens vast te stellen waarbij vis nog kwetsbaar is voor inzuiging. Wel staat vast dat de grens hoger ligt dan bij de overige twee locaties. In het vervolgonderzoek is het daarom belangrijk om de alle lengten te blijven bemonsteren.

Gezien het relatief grote effect op de kleinste lengteklassen is het aan te raden onderzoek te doen in een periode dat deze groep in het onttrekkingsgebied aanwezig is. Voor kwetsbare soorten als driedoornige stekelbaars en glasaal is de periode maart – april de meest aangewezen periode, voor de meeste soorten andere vis is dat eind mei – eind augustus.

In het voorjaar van 2008 zal een vervolgonderzoek worden uitgevoerd dat vooral toegespitst zal worden op het effect van koelwaterinname op vislarven en juveniele vis. De gegevens uit het vervolgonderzoek zullen aanvullende informatie verschaffen om de geformuleerde onderzoeksvragen beter te kunnen beantwoorden.

De resultaten van onderzoek in beide fasen zullen gebruikt worden voor nadere invulling van de term “significant effect”. Daarbij zullen meer de biologische kenmerken van de afzonderlijke soorten beschouwd worden om het effect van de waargenomen onttrekkingen te kunnen duiden. Te denken valt aan factoren als reproductiesnelheid, actieradius, ruimtelijk gebruik en functie van de soort (ecologisch en in relatie tot wetgeving).

8. LITERATUURLIJST

- Boënne (ed.), 1980. *Ingezogen vis bij de Maasvlaktecentrale* in 1979: oriënterend onderzoek.KEMA, Divisie Onderzoek en Ontwikkeling. Ref. ner. 3093-80 MO-biol. Pp. 21.

- Booij, J., *De effecten van koelwateronttrekking op vissoorten,* RIKZ 27 juli 2005, RIKZ/ZD/2005.017W

- Boois, I. de *et al.,* Diadrome vissen in de Waddenzee: Monitoring bij Kornwerderzand 2000-2005, Imares december 2006, C087/06

- Glorieux, E, 2003, *Invloed koelwaterinlaten Belgische centrales op visstand,* Vraag nr 262 19 september 2003

- Hadderingh, R.H., Dukers, A., Reuvers, J.G.M., 1997, *Effect verplaatsing koelwaterinlaat Eemscentrale op inzuiging van vis, garnalen, krabben en kwallen*, Arnhem, Rapport opgesteld in opdracht van N.V. EPON en collectieve Opdracht Productie, R&D-contract 1997, productnummer 2871.KP.37 97P03.03

- Hadderingh & Jager 2002 publicatie in J. Fish Biol

- Hadderingh, R.H. *et al.,* 2000, *Onderzoek naar de effecten van koelwaterlozingen op de visstand in het Rotterdamse havengebied,* KEMA & AquaTerra, Arnhem. onderzoeksrapport 99550665-KPS/MEC 00-6052, 84 pag.

- Hartholt, J.G., Jager, Z., 2004, *Effecten van koelwater op het zoute aquatische milieu*, RIKZ december 2004, RIKZ/2004.043

- Kampen, J., *Significantie visinzuig afval energie bedrijf Amsterdam*, AquaTerra juli 2007, projectnummer 20070093

- Kemper Jan H., 1995*. Sonaronderzoek naar de effectiviteit van de viswering bij de Amer centrale*, Organisatie te verbetering van de binnenvisserij, KEMA/OVB , Nieuwegein. OVB-Onderzoeksrapport 1995-13. 16p

- Kerkum, L.C.M. *et al.*, 2004, *Effecten van koelwater op het zoete aquatische milieu,* RIKZ november 2004, RIKZ/2004.033

- Kleef, H.L., Jager, Z.,2002, *Het diadrome visbestand in het Eems-Dollard estuarium in de periode 1999 tot 2001,*RIKZ 22 november 2002, RIKZ 2002.060

- Ministerie van verkeer en waterstaat., 2004, *CIW beoordelingssystematiek warmtelozingen,* Ministerie van verkeer en waterstaat, Rijkswaterstraat 25 november 2004

- Muus, B.J., Nielsen, J.G.,1997, *Zeevissen van Noord- en West-Europa,* G.E.C Gads Forlag, Kopenhagen, 1997

- Vriese, F. T., bij de Vaate A., de Laak, G.A.J., 2006, *Inventarisatie paai- en opgroeigebieden van vis onder invloed van een aantal e-centrales in Nederland.* Organisatie ter verbetering van de de binnenvisserij, Nieuwegein. OVB. Onderzoeksrapport KO2005037, 127 pag.

- www. fisbase.org

- www.minlnv.nl